

ఐజాక్ అసిమోవ్
రాసిన
'ఎలా తెలుసుకున్నాం'
32 పుస్తకాలు చదవండి !!


ISBN 978-93-80153-05-6

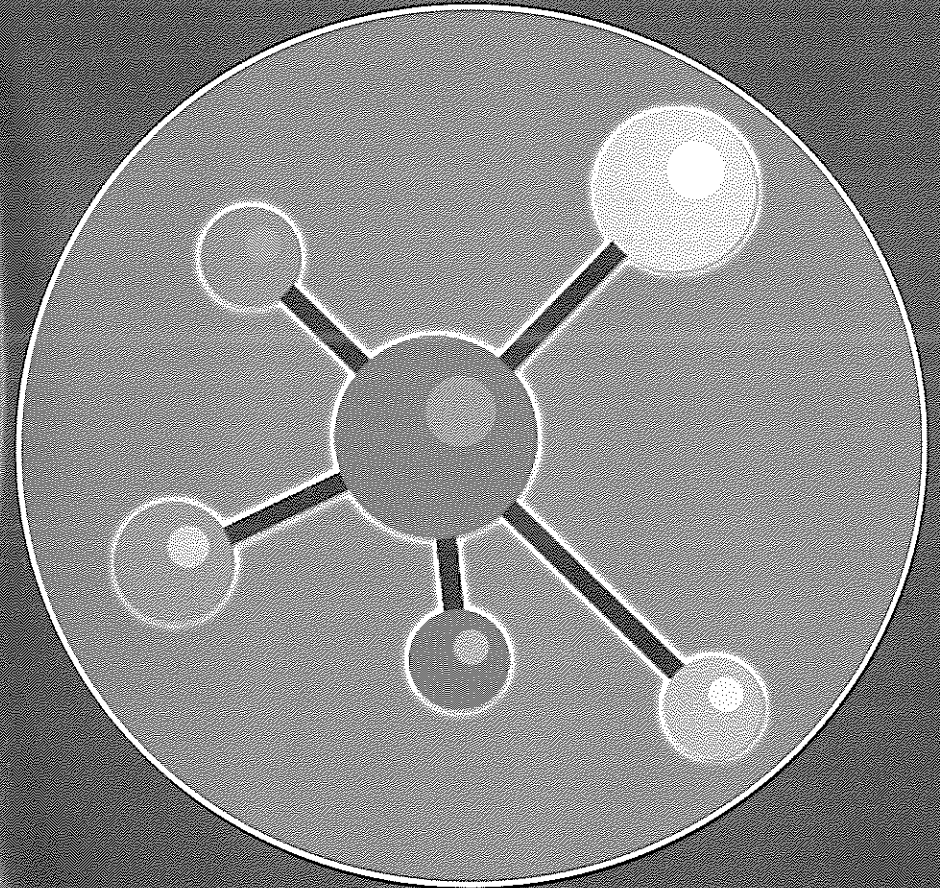



ఎలా తెలుసుకున్నాం? -21

పరమాణువులు

ఐజాక్ అసిమోవ్

అనువాదం: పి. షైదన్న




విజ్ఞాన ప్రచురణలు


మంచి పుస్తకం

ఎలా తెలుసుకున్నాం - 21

పరమాణువులు

ఐజాక్ అసిమోవ్

అనువాదం : పి. ఫైడన్న





విజ్ఞాన ప్రచురణలు

మంచి పుస్తకం

How We Found Out About Atoms? by Isaac Asimov
ఎలా తెలుసుకున్నాం? - 21

పరమాణువులు

రచయిత : ఐజాక్ అసిమోవ్

అనువాదం : పి. పైడన్న

మొదటి, మూడు ముద్రణలు : 2009, 2012, 2017

నాల్గవ ముద్రణ : నవంబర్, 2018

ప్రతుల సంఖ్య : 1000

వెల : రూ. 25/-

ISBN : 978-93-80153-05-6

ప్రచురణ, ప్రతులకు :
విజ్ఞాన ప్రచురణలు
ప్రజా సైన్స్ వేదిక
జి. మాల్యాద్రి, ప్రచురణల విభాగం
162, విజయలక్ష్మీనగర్, నెల్లూరు - 524 004,
ఫోన్: 94405 03061

మంచి పుస్తకం
12-13-439, వీధి నెం. 1,
తార్నాక, సికింద్రాబాద్ - 500 017.
ఫోను: 94907 46614
email: info@manchipustakam.in
website: www.manchipustakam.in

ముద్రణ :
చరిత ఇంప్రెషన్స్, అజామాబాద్, హైదరాబాద్-20. ఫోన్: 040-2767 8411

1. పరమాణువు అనే భావన

సముద్ర తీరాన్ని గానీ లేదా ఒక ఇసుక తిన్నెని గానీ అల్లంత దూరం నుంచి చూస్తే మనకి ఏమనిపిస్తుంది? అది అంతా ఒక పెద్ద ఘన రాశిలాగా కనిపిస్తుంది. కానీ అది నిజంగానే అలా ఉందా? లేక ఊరికే అలా కనిపిస్తుందా?

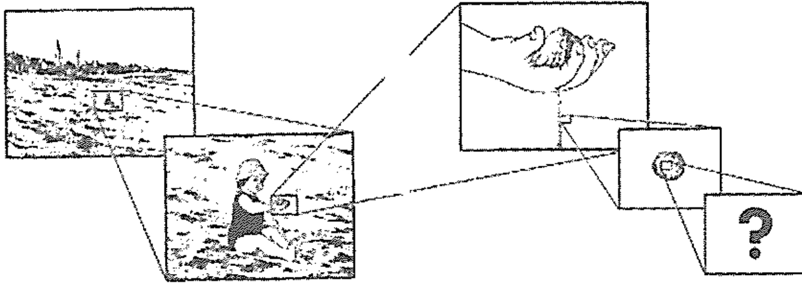
ఆ ఇసుక తిన్నెనే గనక దగ్గరిగా చూసి పరిశీలిస్తే, ఆ తిన్నె పేరుకున్న చిన్న చిన్న రేణువుల నుంచి ఏర్పడిందని తెలుస్తుంది. మనం ఆ ఇసుక పోగునుంచి కొంత ఇసుకను చేతిలోకి తీసుకొని చేతి వేళ్ళ మీదుగా జారవిడవ వచ్చు. ఇలా జారవిడిచేటప్పుడు ఒక చిన్న ఇసుక రేణువు తప్ప మిగిలిన ఇసుక నంతటినీ వదిలెయ్యండి.

ఈ చిన్న ఇసుక రేణువే ఆ ఇసుకలోని అతి చిన్న అంశం అవుతుందా? ఈ చిన్న ఇసుక రేణువునే బలమైన రాయి మీద ఉంచి సుత్తితో గట్టిగా కొడితే ఏమౌతుంది? ఆ ఇసుక రేణువు ఇంకా చిన్న చిన్న ముక్కలుగా ఛిద్రమవుతుంది. ఇందులో ఒక చిన్న ముక్కను తీసుకుని దీన్ని ఇంకా చిన్న చిన్న ముక్కలుగా చేయగలమా? ఇలా వచ్చిన చిన్న ముక్కలలో ఒక దానిని అంతకంటే చిన్న ముక్కలుగా చేయగలమా? ఇలాగే అంతం లేకుండా చిన్న చిన్న ముక్కలుగా చేసుకుంటూ పోగలమా?

లేదా ఒక కాగితాన్ని తీసుకొని సగానికి చింపేయండి. అందులో ఒక సగాన్ని మళ్ళీ సగానికి చింపేయండి ఇలా ఆ కాగితాన్ని చింపుకుంటూ పోతే అంతం అనేది లేకుండా అలాగే చింపగలమా?

2500 సంవత్సరాల క్రితం సుమారు క్రీ.పూ. 450లో ల్యోసిప్పస్ అనే గ్రీకు తత్త్వవేత్త ఈ ప్రశ్నల గురించి ఆలోచించాడు. దేన్నయినా చిన్న ముక్కలు చేసి, అందులో ఒక చిన్న ముక్కను తీసుకుని దాన్ని ఇంకా చిన్న ముక్కలు చేసి, అలా ఒక్కో ముక్కని ఇంకా ఇంకా చిన్న ముక్కలుగా చేస్తూ

పోతున్నప్పుడు, ఆ ప్రక్రియ అనంతంగా సాగుతుందని ఇతడికి నమ్మకం లేదు. ఆ ప్రయత్నం ఎక్కడో ఒక దగ్గర అంతం కావలసిందేనని ఇతడు అభిప్రాయపడ్డాడు. చిన్న చిన్న ముక్కలను చేసుకుంటూ పోతే ఎక్కడో ఒక దగ్గర చాలా చిన్న ముక్క అవుతుంది, ఈ చిన్న ముక్క ఇంకా ముక్కలు చేయలేని స్థితికి వస్తుంది.



ల్యూసిప్పస్ దగ్గర డెమోక్రిటస్ (డెమొక్రితుస్) (క్రీ.పూ. 460-370) అనే శిష్యుడు ఉండేవాడు. ఇతడు కూడా పైవిధంగానే ఆలోచించాడు. డెమోక్రిటస్ క్రీ.పూ. 380లో చచ్చిపోయాడు. అపాటికి ఇతడు ఈ విశ్వం మీద తన సిద్ధాంతాల గురించి 72 పుస్తకాలు రాశాడు. ఇతడు ప్రతిపాదించిన సిద్ధాంతాలలో ఉన్న భావన ఏమిటంటే ఈ ప్రపంచంలో ఏదైనా సరే చాలా చిన్న చిన్న అంశాలతో ఏర్పడుతుంది. ఈ చిన్న ముక్కలు ఇంకా చిన్న ముక్కలుగా చేయలేనంత చిన్నవిగా ఉంటాయి.

ఈ చిన్న ముక్కలకు డెమోక్రిటస్ అటొమొస్ అని పేరు పెట్టాడు. అటొమొస్ అంటే గ్రీకు భాషలో ముక్కలు చేయలేనిది అని అర్థం. ఈ అటొమొస్ పదమే ఇంగ్లీషులో ఆటమ్ (పరమాణువు) అయ్యింది.

ప్రపంచంలోని పదార్థం అంతా రకరకాల పరమాణువులతో ఏర్పడిందని, ఆ పరమాణువుల మధ్య ఉన్నది వట్టి ఖాళీ అని డెమోక్రిటస్ ఊహించాడు. వేరు వేరుగా ఉన్న పరమాణువులు చాలా చిన్నవే అయినప్పటికీ చాలా పరమాణువులు కలసి రక రకాల పద్ధతులలో అమరి ఉన్నప్పుడు

తయారైన రక రకాల వస్తువులే మనం చూస్తున్నవి. పరమాణువుల అమరికలు మారినప్పటికీ పరమాణువులను మాత్రం మనం సృష్టించలేమని లేదా నాశనం చేయలేమని డెమోక్రిటస్ ఆలోచించాడు. పరమాణువుల అమరికను మార్చవచ్చు కాబట్టి, ఈ పద్ధతిలో ఒక పదార్థాన్ని వేరొక పదార్థంగా మార్చవచ్చు.

అయితే డెమోక్రిటస్ ఈ విషయాలన్నీ ఎందుకు నమ్మాడన్నది మాత్రం చెప్పలేదు. దీనిని బట్టి ఈ విషయాలు ఇతడి అభిప్రాయాలు అని మాత్రమే తెలుస్తుంది. కానీ ఇతర గ్రీకు శాస్త్రవేత్తలలో చాలామందికి ఈ అభిప్రాయాలు నిజమని అనిపించలేదు. అంతేకాకుండా మంచి పేరున్న గ్రీకు శాస్త్రవేత్తలు కూడా పరమాణువులు అనేవి ఉన్నాయని నమ్మలేదు. డెమోక్రిటస్ సిద్ధాంతాలని (వీటిని మనం ఆటమిసమ్ అని పిలుచుకోవచ్చు) పెద్దగా పట్టించుకోలేదు. కాబట్టి డెమోక్రిటస్ అభిప్రాయాలకి అంత పేరు రాలేదు.

పాత కాలంలో పుస్తకాలన్ని చేతిరాతతో రాసినవే. ఏదైనా పుస్తకానికి ప్రతులు కావాలంటే వాటిని చూసి తిరిగి రాయాల్సిందే. ఒక పుస్తకం కావాలంటే చేతితో రాయడమనేది చాలా కష్టమైన పని కావడం వల్ల చాలా ముఖ్యమైన పుస్తకాలను మాత్రమే ఎక్కువసార్లు రాసేవారు.

డెమోక్రిటస్ పుస్తకాలకు అంత పేరు రాకపోవడం వల్ల కొన్ని పుస్తకాలను మాత్రమే ప్రతులుగా రాశారు. కానీ కాలం గడిచేకొద్దీ ఒక్కొక్క పుస్తకం చదవడానికి వీలు లేకుండా పాడైపోయాయి. కొంత కాలం తరువాత డెమోక్రిటస్ రాసిన పుస్తకాలలో ఏ ఒక్క పుస్తకం కూడా మిగలలేదు. ఆ పుస్తకాలన్నీ పూర్తిగా పాడైపోయాయి. తరువాత వచ్చిన ఇతర ప్రాచీన గ్రంథాలలో డెమోక్రిటస్ చెప్పిన పరమాణు సిద్ధాంతాల గురించి రాసి ఉండటం ద్వారా డెమోక్రిటస్ సిద్ధాంతాలు మనకు తెలిశాయి.

డెమోక్రిటస్ పుస్తకాలు మొత్తం పాడైపోక ముందే ఎపిక్యూరస్ (క్రీ.పూ. 341-270) అనే మరో గ్రీకు శాస్త్రవేత్త క్రీ.పూ. 306లో ఆ పుస్తకాలను

తనంతట తానే చదివి ఒక అటామిస్ట్ అయ్యాడు. గ్రీసులోని ఏథెన్స్ పట్టణంలో ఎపిక్యూరస్ ఒక పాఠశాలను నెలకొల్పాడు. తరువాత అది బోధనలో ఒక ముఖ్యమైన పాఠశాల అయ్యింది. ఎపిక్యూరస్ గొప్ప పేరున్న ఉపాధ్యాయుడు. అంతే కాకుండా స్త్రీలకి కూడా చదువుకోడానికి పాఠశాలలోకి రానిచ్చిన మొదటి వ్యక్తి. పదార్థం సమస్తం పరమాణువులతో ఏర్పడి ఉంటుందని బోధించాడు. వివిధ అంశాల మీద 300లకు పైగా పుస్తకాలు రాశాడు (ప్రాచీన గ్రంధాలు సాధారణంగా చాలా చిన్నవిగా ఉంటాయి).

చాలా కాలం గడిచిన తరువాత కూడా ఎపిక్యూరస్ అభిప్రాయాలు అంత ప్రాముఖ్యతను సంతరించుకోలేక పోయాయి. అతడి పుస్తకాలు కొన్నింటిని చేతితో తిరిగి రాశారు. అయినప్పటికీ చివరికి డెమోక్రిటస్ పుస్తకాలులాగే ఇతడి పుస్తకాలు కూడా కాలగర్భంలో కొట్టుకుపోయాయి.

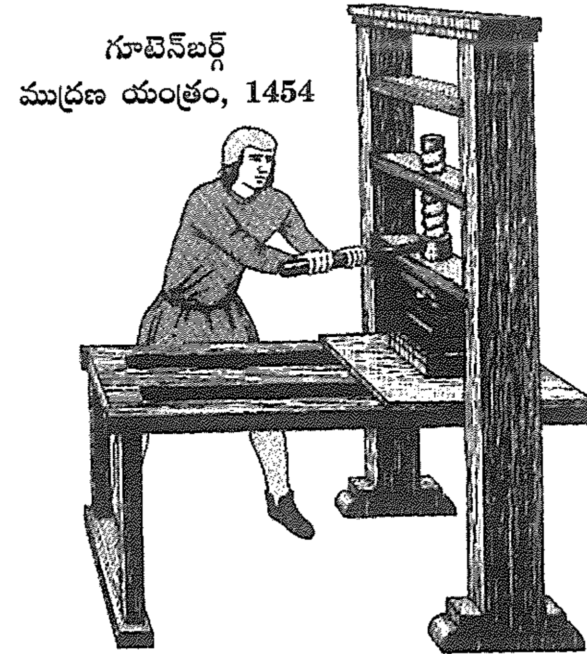
కాని పరమాణువుల భావన గానీ పరమాణువుకి సంబంధించిన ఆలోచనలు గానీ పూర్తిగా మాయం అయిపోలేదు. ఎపిక్యూరస్ కాలానికి రెండు శతాబ్దాల తరువాత ఎపిక్యూరస్ పుస్తకాలు ఇంకా చలామణీలో ఉన్న రోజుల్లోనే లూక్రెటిస్ (క్రీ.పూ. 99–55) అనే రోమన్ శాస్త్రవేత్త అటామిస్ట్ (పరమాణువుల గురించి వివరించే శాస్త్రవేత్త) అయ్యాడు. ఇతడు కూడా ఈ ప్రపంచం పరమాణువులతోనే ఏర్పడిందని ఊహించాడు. లూక్రెటిస్ సుమారు క్రీ.పూ. 56లో లాటిన్ భాషలో ఒక పెద్ద పద్యాన్ని రాశాడు. దీనికి ఇంగ్లీషులో "ఆన్ ది నేచర్ ఆఫ్ థింగ్స్' (వస్తువుల తత్వాన్ని గురించి) అని పేరు పెట్టాడు. ఈ పద్యంలో డెమోక్రిటస్, ఎపిక్యూరస్ ఆలోచనలకు గుర్తింపు వచ్చేటంత గొప్పగా వివరించాడు.

అప్పుడు కూడా పరమాణువుల గురించిన అభిప్రాయాలకు అంత గుర్తింపు రాలేదు. లూక్రెటిస్ పద్యాన్ని మరిన్ని ప్రతులుగా రాయలేదు. గ్రీక్, రోమన్ నాగరికతలు కాలక్రమంలో శిధిలం అయిపోతుంటే, వాటితోపాటు ఆ పుస్తకాలు కూడా శిధిలం అయిపోసాగాయి. చివరికి యూరప్‌లో మధ్య

యుగం వచ్చేసరికి డెమోక్రిటస్, ఎపిక్యూరస్, లూక్రెటిస్ రాసిన పుస్తకాలన్నీ పూర్తిగా పాడైపోవడమే గాకుండా ప్రజలు కూడా పరమాణువుల గురించి మరిచిపోయారు.

క్రీ.శ. 1417లో ఒక ఇంట్లో అటక మీద చేతిరాతతో ఉన్న ఒక పాత పుస్తకం ఒక వ్యక్తికి దొరికింది. ఇది కొంచెం పాడైపోయి ఉంది. దీనిని లూక్రెటిస్ రాసిన పద్యంగా గుర్తించారు. పాత కాలంలో ఉన్న పుస్తకాలలో ఏ ఒక్కటి కూడా ఎప్పుడూ మళ్ళీ దొరకలేదు. లూక్రెటిస్ పద్యం దొరికే కాలానికి యూరప్‌లోని ప్రజలు పాత కాలంలో రాసిన పుస్తకాలు చదవడానికి చాలా కుతూహలంగా ఉండడం వల్ల లూక్రెటిస్ పద్యం దొరికిన వెంటనే చేతితో రాసి ఎన్నో ప్రతులు తయారు చేశారు.

క్రీ.శ. 1454లో జాన్ గూటెన్ బర్గ్ (1396–1468) అనే జర్మనీ వ్యక్తి అచ్చు యంత్రాన్ని (ప్రింటింగ్ ప్రెస్) కనుగొన్నాడు. అప్పుడు పుస్తకాలను చేతితో రాయవలసిన పెద్ద పని తప్పిపోయింది. చేతితో రాయడానికి బదులు



**గూటెన్‌బర్గ్
ముద్రణ యంత్రం, 1454**

పుస్తకంలో ఉన్న అన్ని పదాలను ఒక్కసారి అచ్చు అక్షరాలతో అమర్చితే చాలు. ఈ అమరిక పైన సిరా పోసి దానిమీద కాగితంతో అద్దితే అందులో ఉండే పదాలన్నీ కాగితం పైన అచ్చు అవుతాయి. ఈ పద్ధతిలో ప్రతి పుస్తకాన్ని అతి తక్కువ సమయంలో బోలెడు పుస్తకాలుగా అచ్చు వేయవచ్చు. అచ్చుయంత్రం వాడకం లోనికి వచ్చిన తరువాత పుస్తకాలు కనిపించకుండా పూర్తిగా పాడైపోవడమనేది తగ్గింది.

మొట్టమొదట అచ్చు వేసిన పుస్తకాలలో లూక్రెటిస్ పద్యం ఉన్న పుస్తకం ఒకటి. యూరప్‌లో చాలా మంది లూక్రెటిస్ పద్యాన్ని చదివారు. అందులో కొంత మందికి పరమాణువుల గురించిన భావాలు బాగా నచ్చాయి. ఇది చదివిన తరువాత ఇంకా వివరంగా వాటి గురించి తెలుసుకోవాలని అనిపించింది. వీరిలో ఫ్రెంచ్ శాస్త్రజ్ఞుడైన పియర్ గాస్సెండి (1592-1655) ఒకడు. ఇతడు క్రీ.శ. 1600లలో సుమారు అర్థ శతాబ్దంపాటు ప్రభావం చూపే పుస్తకాలను రాశాడు. యూరప్‌లో చాలా మంది శాస్త్రవేత్తలతో ఇతనికి పరిచయం ఉన్నందువల్ల పరమాణువుల గురించి తన ఆలోచనలన్నీ వీరందరికీ చెప్పాడు.

ఈ విధంగా పరమాణువుల మీద ల్యూసిప్పస్ అభిప్రాయాలు 2000 సంవత్సరాల వరకూ మనగలిగాయి. లూక్రెటిస్ పద్యం రాసిన ఒక్క పుస్తకం దొరకడం మనకు అదృష్టమే, ఆ దొరికిన పుస్తకమే ఈ ఆధునిక కాలంలో అటామిసమ్‌కి దారి తీసిందని చెప్పవచ్చు. ఆధునిక కాలంలోని శాస్త్రవేత్తలు పరమాణువుల గురించి వారంతట వారే ఆలోచించగలిగే వారేమో కానీ ప్రాచీన కాలం నుంచే వచ్చిన ఆలోచన పరమాణువుల మీద ప్రయోగాలకు తొలి మెట్టు అయ్యింది.

అయితే రెండు వేల ఏళ్ళపాటు పరమాణువులు కేవలం ఒక భావనగానే మిగిలాయి. పరమాణువులు అన్న భావన సహేతుకంగానే అనిపించినా, దాన్ని పండితులు పెద్దగా పట్టించుకోలేదు.

ఎందుకంటే పరమాణువులకి సాక్ష్యాధారం లేదు. "ఫలానా వస్తువు ఫలానా తీరులో ప్రవర్తిస్తోంది. దాని ప్రవర్తనని సరిగ్గా వివరించాలంటే పరమాణువులు ఉన్నాయని అనుకుని తీరాల్సిందే," అనడానికి ఎక్కడా ఆస్కారమే కనిపించలేదు.

దీన్ని నిరూపించడానికి చాలామంది ప్రయోగాలు చేశారు. పరమాణువుల ద్వారా ఆ ప్రవర్తనని వివరించగలమా లేదా అనేది తెలియాలంటే కొన్ని నియమాల దగ్గర పదార్థాల ప్రవర్తన గురించి పరిశోధించాలి.

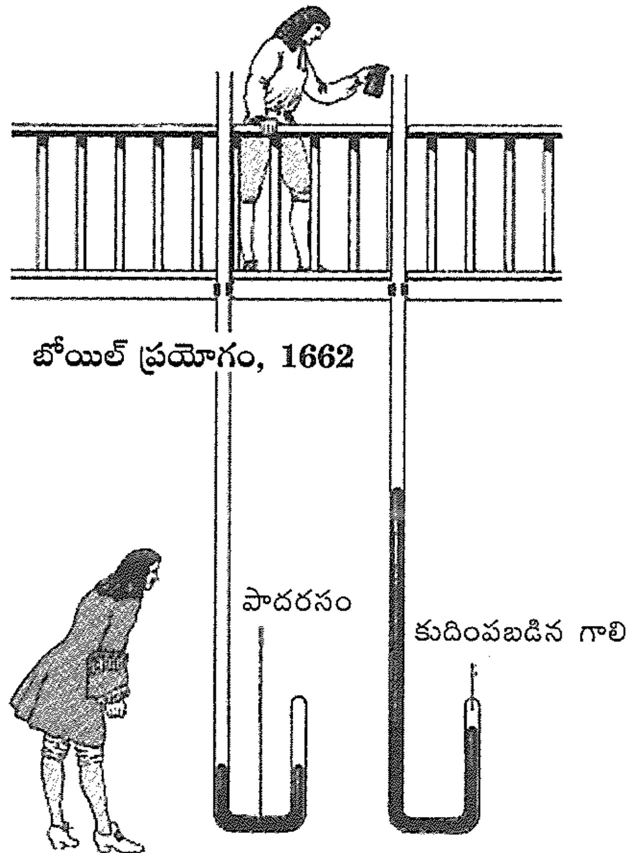
ప్రయోగాల ద్వారా ప్రపంచాన్ని తెలుసుకోవడం సరైన పద్ధతి అని మొదట సూచించిన వారిలో గాస్సెండి ఒకరు. గాస్సెండి అభిప్రాయాలు బాగా తెలిసిన వారిలో రాబర్ట్ బోయిల్ (1627-1691) ఒకరు. ఇతను ఇంగ్లీషు రసాయన శాస్త్రవేత్త. పరమాణువులు ఉన్నాయేమోనని చూడడానికి ప్రయోగాలు చేసిన మొదటి శాస్త్రవేత్త బోయిల్.

బోయిల్ దృష్టి గాలి మీదకి పోయింది. ఘన పదార్థం లాగా గాలికి నియత రూపం లేదు. ద్రవాలలాగా కనిపించదు, ప్రవహించదు, కాని కంటికి కనిపించకుండా పలచగా వ్యాపిస్తుంది. అటువంటి పదార్థాన్నే వాయువు అంటారు.

క్రీ.శ. 1662వ సంవత్సరంలో బోయిల్ ఒక ప్రయోగాన్ని చేశాడు. 5 మీటర్ల పొడవు, ఇంగ్లీషు అక్షరం J ఆకారంలో ఉన్న గాజు గొట్టాన్ని తీసుకొని అందులో కొంచెం పాదరసం పోశాడు. పొట్టిగా ఉన్న గొట్టం చివరి భాగాన్ని మూసి వేశాడు, పొడవుగా ఉన్న వైపు తెరిచి ఉంచాడు.

గొట్టం అడుగు భాగం పాదరసంతో నిండినపుడు కొంత గాలి పొట్టిగా ఉండి మూసివేయబడిన గొట్టం వైపు వచ్చి చేరింది. బోయిల్ ఇప్పుడు గొట్టంలోనికి ఇంకా ఎక్కువ పాదరసాన్ని పోశాడు. దీనివల్ల పొట్టిగా ఉన్న గొట్టం వైపు మరికొంచెం ఎక్కువ పాదరసం చేరింది. అంటే ముందు అక్కడున్న

గాలి కొంచెం తక్కువ ఖాళీలోకి కుదించబడిందన్న మాట. బోయిల్ ఇంకా ఎక్కువ పాదరసాన్ని పోశాడు, ఇప్పుడు పొట్టి గొట్టం వైపు ఉన్న గాలి ఇంకా తక్కువ ఖాళీలోకి కుదించబడింది. ఎక్కువ పాదరసం పోస్తున్నకొద్దీ గాలి ఇంకా చిన్న ప్రదేశంలోకి కుదించబడుతూ ఉంది.



బోయిల్ ప్రయోగం, 1662

పాదరసం బరువు పెరుగుతున్న కొద్దీ మూసివేయబడిన పొట్టి గొట్టం వైపు ఉన్న గాలి ఆక్రమించే స్థలం తగ్గుతూ ఉంటుంది. దీనినే బోయిల్ నియమం అని పిలిచారు. ఇది ఎలా జరుగుతుంది అనే దానిమీద బోయిల్ పరిశోధించాడు.

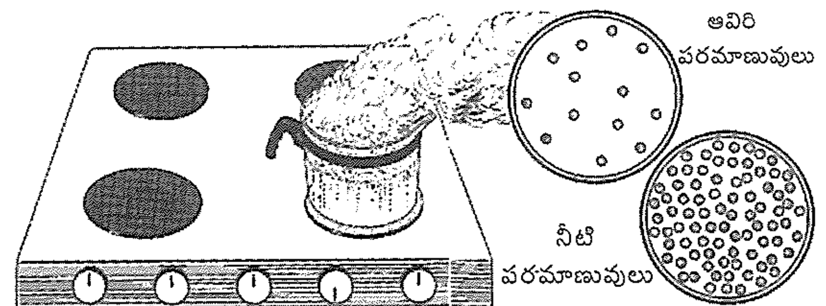
కానీ గాలి ఎలా కుదింప బడుతుంది? కుదింపబడి చిన్న ప్రదేశంలో ఎలా ఇమడగలుగుతోంది?

పెద్ద స్పాంజి (ద్రవాలను పీల్చగలిగే ఒక విధమైన వస్తువు)ని నొక్కి కుదించి చిన్న చోటులోనే ఇమిడ్చేయవచ్చు. అలాగే బ్రెడ్డు ముక్కను కూడా నొక్కి కుదించవచ్చు. స్పాంజిని గానీ, బ్రెడ్డును గానీ ఇలా ఎందుకు చేయగలుగుతున్నామంటే వీటికి చిన్న చిన్న రంధ్రాలుంటాయి. కాబట్టి వాటిని నొక్కినప్పుడు వాటి రంధ్రాలలో ఉండే గాలి బయటకు నెట్టి వేయబడి వాటి ఘన పదార్థం దగ్గరగా కుదించ బడుతుంది (తడిసిన స్పాంజిని నొక్కితే వాటి రంధ్రాల ద్వారా నీరు బయటకు నెట్టి వేయబడుతుంది).

బోయిల్ తన ప్రయోగంలో చేసినట్లు గాలిని మనం కుదించగలిగాం అంటే గాలిలో రంధ్రాలున్నాయన్నమాట. గాలిని కుదించినప్పుడు గాలి దగ్గరగా జరిగి వాటి రంధ్రాలు మూసివేయబడతాయి.

గాలిలో చిన్న చిన్న ముక్కలు ఖచ్చితంగా ఉంటాయని అనిపించింది బోయిల్‌కి. ఇవే చిన్న పరమాణువులు. పరమాణువుల మధ్యన వట్టి ఖాళీ ప్రదేశం ఉంటుంది. గాలిని కుదించినప్పుడు పరమాణువులు బలవంతంగా దగ్గరకు నెట్టబడతాయి. అన్ని రకాల వాయువులలోనూ ఇలా జరుగుతుందని బోయిల్ అభిప్రాయపడ్డాడు.

అసలు నిజానికి పై ప్రక్రియ ద్రవాలకి, ఘన పదార్థాలకి కూడా వర్తిస్తుందేమో! ద్రవరూపంలో ఉన్న నీటిని వేడి చేస్తే వాయురూపంలో ఉన్న



నీటి ఆవిరిగా మారుతుంది; నీటి ఆవిరిని చల్లబరిస్తే మళ్ళీ నీరౌతుంది.

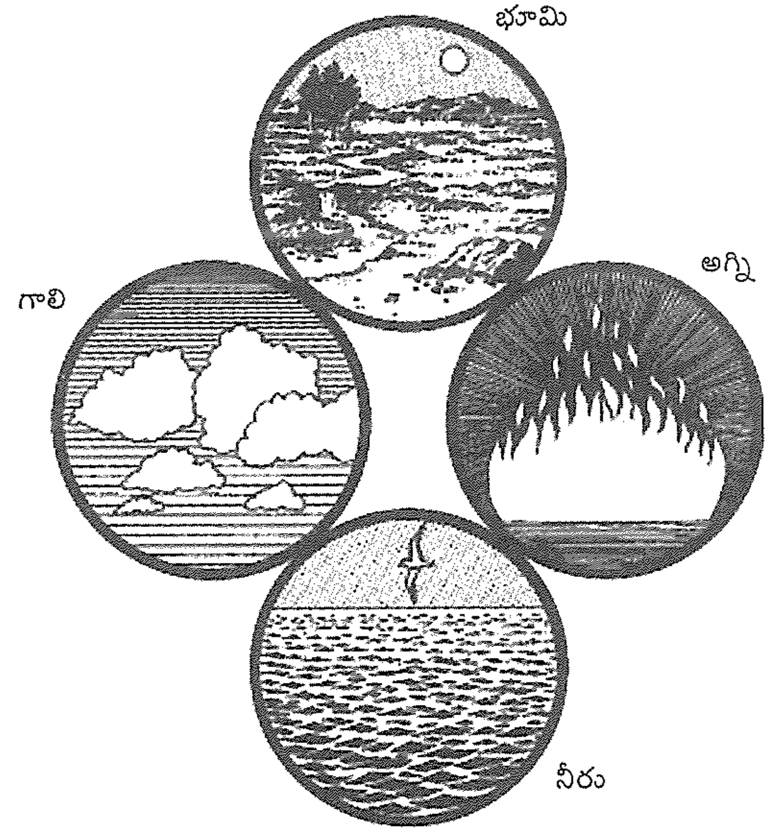
నీరు ఉన్న ప్రదేశానికి 1000 రెట్లు ఎక్కువ ప్రదేశాన్ని నీటి ఆవిరి ఆక్రమిస్తుంది. ఇంకా తేలికగా చెప్పాలంటే నీటిలోని పరమాణువులన్నీ చాలా దగ్గరగా ఒక దానికొకటి తాకుతూ ఉంటే నీటి ఆవిరిలోని పరమాణువులు చాలా దూరంగా చెల్లాచెదురుగా ఉంటాయి.

క్రీ.శ. 1662లో బోయిల్ ప్రయోగాల వల్ల పరమాణువులు అనే విషయం భావన మాత్రమే కాదు అని తెలిసింది.

2. పరమాణువుల ఉనికికి సాక్ష్యాలు

పరమాణువులలో రకాలు కూడా ఉంటాయా?

డెమోక్రిటస్ మాత్రం రక రకాల పరమాణువులు ఉండవచ్చుననే అనుకున్నాడు. ఈ ప్రపంచమే నాలుగు రకాల ముఖ్యమైన పదార్థాలు లేదా మూలకాలతో ఏర్పడిందని ప్రాచీన గ్రీకు ప్రజలు నమ్మేవారు. ఆ నాలుగు ప్రధాన మూలకాలు భూమి, నీరు, గాలి, అగ్ని. ఇందులో ఒక్కొక్క దాంట్లో ఒక్కొక్క రకమైన పరమాణువులు ఉండొచ్చని డెమోక్రిటస్ అభిప్రాయపడ్డాడు. భూమి పరమాణువులు గరుకుగా, ఎగుడు దిగుడుగా ఉంటాయేమో. అందుకే



ఇవి ఒకదానికొకటి తేలికగా అతుక్కొని ఘన పదార్థంగా ఉన్న భూమిని ఏర్పరిచాయి. నీటి పరమాణువులకి నున్నని ఉపరితలం ఉండడం వల్ల అవి ఒకదానికొకటి అతుక్కోకుండా, ఒకదాని మీదుగా ఒకటి వేగంగా జారిపోతుంటాయి. గాలి పరమాణువులు చాలా తేలికగా ఉంటాయేమో, అందుకే అవి ఎగురుతున్నాయేమో. అగ్గి పరమాణువులు బహుశా సూదిమొనలలాంటి కొనలతో వంకరగా ఉంటాయేమో, అందుకే మంట తగిలినప్పుడు మనకి నొప్పి పుడుతుందేమో.

గ్రీకులు ఈ నాలుగు మూలకాలను మాత్రమే ఎంచుకున్నారు. ఎందుకంటే ఇవి వారికి ఒక అర్థాన్ని ఇచ్చాయి. కానీ ఈ ప్రపంచం నిజంగా ఈ నాలుగు మూలకాలతోనే ఏర్పడిందని అనడానికి వారి దగ్గర సాక్ష్యం లేదు.

మూలకాలను ఖచ్చితంగా ప్రయోగాల ద్వారా కనుగొనవచ్చునని క్రీ.శ. 1661లో బోయిల్ ఒక పుస్తకంలో రాశాడు. రసాయన శాస్త్రజ్ఞులు ప్రతి పదార్థాన్నీ వీలైనంత చిన్న చిన్న ముక్కలుగా చేయడానికి ప్రయత్నించాలి. ఈ విధంగా చేసినప్పుడు ఇంకా ముక్కలు చేయలేనంత చిన్న ముక్క ఏర్పడినప్పుడు అది ఒక మూలకం అవుతుంది.

బోయిల్ రాసిన పుస్తకం అచ్చయిన తరువాత రసాయన శాస్త్రజ్ఞులు పదార్థాలతో ప్రయోగాలు చేయడం ద్వారా మూలకాలు గురించి కనుక్కోవడం ప్రారంభించారు. క్రీ.శ. 1700ల చివరికి సుమారు 30 వేరు వేరు రకాల మూలకాలను కనుగొన్నారు. రాగి, వెండి, బంగారం, ఇనుము, తగరం, సీసం, పాదరసం లాంటి సాధారణ లోహాలన్నీ మూలకాలే. ఈ లోహాలు పాత గ్రీకు ప్రజలకి కూడా తెలుసు. కానీ 1700లలో నికెల్, కోబాల్ట్, యురేనియం లాంటి కొత్త లోహ మూలకాలను కూడా రసాయన శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొన్నారు.

ఆక్సిజన్, నైట్రోజన్ అనే రెండు వాయువుల కలయిక గాలి అని

కూడా రసాయన శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొన్నారు. ఈ రెండు వాయువులలో ఒక్కొక్కటి ఒక్కొక్క మూలకం. హైడ్రోజన్ ఇంకొక వాయువు. ఇది కూడా ఒక మూలకమే. కానీ వాయువులూ, లోహాలూ కాని మూలకాలు ఉన్నాయి. ఉదాహరణకి కార్బన్ (కర్బనం), సల్ఫర్ (గంధకం), ఫాస్ఫరస్ (భాస్వరం).

ప్రతి మూలకం ఒక ప్రత్యేకమైన పరమాణువుని కలిగి ఉంటుందా? వెండిలో వెండి పరమాణువులు, నికెల్‌లో నికెల్ పరమాణువులు, ఆక్సిజన్‌లో ఆక్సిజన్ పరమాణువులు ఇలా వేరువేరుగా ఉన్నాయా?

1700లలో కొంతమంది రసాయన శాస్త్రజ్ఞులు వీటి గురించి ఆలోచించారు. బోయిల్‌తో పాటు మరి కొంతమంది రసాయన శాస్త్రజ్ఞులు పరమాణు సిద్ధాంతాన్ని నమ్ముతారు. కాని అందరూ కాదు. వీరు కొత్త మూలకాల గురించి వెదికారు, వీటి ప్రవర్తనపై పరిశోధించారు. వీరు పరమాణువుల గురించి పెద్దగా పట్టించుకోలేదు. చూడలేనంత చిన్న వస్తువులను పరిశోధించడం వల్ల వారికి ఏమీ ఉపయోగం ఉన్నట్లు అనిపించలేదు.

పరమాణువుల ఉనికిని తెలిపే ఆధారాలు ఒక్కొక్కటిగా లభ్యం కాసాగాయి. కొన్ని సాక్ష్యాలు ఆంటోయిన్ లారెంటో లావోయిజర్ (1743-1794) అనే ఫ్రెంచ్ రసాయనిక శాస్త్రవేత్త కనుగొన్నాడు. లావోయిజర్ క్రీ.శ. 1782లో ఒక గొప్ప విషయాన్ని కనుగొన్నాడు - ఒక పదార్థాన్ని మరో పదార్థంగా మార్చినప్పటికీ దాని మొత్తం బరువులో మార్పు ఉండదు. ఉదాహరణకి చెక్కని గాలిలో మండించినప్పుడు బూడిద, పొగగా మారిపోతుంది. మండించక ముందు చెక్క, గాలి కలిసి ఎంత బరువు ఉంటాయొ మండించిన తరువాత ఏర్పడిన బూడిద, పొగ కలిసి అంతే బరువు ఉంటాయి. దీనినే మనం పదార్థాల నిత్యత్వ నియమం (ది లా ఆఫ్ కంజర్వేషన్ ఆఫ్ మేటర్) అని అంటాం.

లావోయిజర్ కనుగొన్న విషయం పరమాణు భావానికి మద్దతు

నిస్తోంది.

డెమోక్రిటస్ చెప్పిందే నిజం అయితే పరమాణువులను తయారు చేయలేం, నాశనం చేయలేం. పరమాణువుల అమరికను మాత్రమే మార్చగలం. చెక్కలోను, గాలిలోను పరమాణువులు ఒక రకంగా అమరి ఉంటాయి. చెక్కను మండించిన తరువాత బూడిద, పొగలను ఏర్పరచడానికి వాటి పరమాణువుల అమరిక మారిందన్న మాట. ఇప్పటికీ అన్ని పరమాణువులూ ఉన్నాయి కాబట్టి వాటి మొత్తం బరువు మాత్రం మారదు. ఈ విషయం నిజమైతే పదార్థాన్ని ఇంకా పరీక్షించవచ్చు. మొత్తం బరువుని ఉపయోగించడానికి బదులు ప్రతి మూలకం బరువుని కొలిచి పరమాణువుల అమరిక మారినప్పుడు ఏమౌతుందో చూడాలి.

జోసెఫ్ లూయీ ప్రౌస్ట్ (1754-1826) అనే ఫ్రెంచ్ రసాయనిక శాస్త్రవేత్త దీనిని ప్రయత్నించాడు. ఇతడు స్పెయిన్‌లో ప్రయోగాలు చేశాడు. ఎందుకంటే 1789లో ఫ్రాన్సులో విప్లవం మొదలైంది. అందుకే ఫ్రాన్సుని వదిలి వెళ్ళి పోవటమే మంచిదని అనుకున్నాడు. లావోయిజర్ మాత్రం వదిలి వెళ్ళలేదు, అందుకే 1794లో ఇతని తల నరికి చంపేశారు.

కాపర్ (రాగి), కార్బన్, ఆక్సిజన్ అనే మూడు మూలకాలను కలిపి కాపర్ కార్బొనేట్ అనే రసాయనిక సమ్మేళనాన్ని ఏర్పరచవచ్చునని ప్రౌస్ట్ కనుగొన్నాడు (రసాయనిక సమ్మేళనం - కాంపౌండ్ - అనేది ఒకటి కంటే ఎక్కువ మూలకాల కలయికతో ఏర్పడిన పదార్థం). కాపర్ కార్బొనేట్‌ను చేయడానికి ప్రౌస్ట్ 5 గ్రాముల కాపర్‌ని 4 గ్రాముల ఆక్సిజన్‌ని, 1 గ్రాము కార్బన్‌ని తీసుకున్నాడు. చివరికి 10 గ్రాముల కాపర్ కార్బొనేట్ వచ్చింది. అంటే మొత్తం బరువు మారలేదన్నమాట.

ప్రౌస్ట్ ఈ మూలకాలను కలపడానికి ఏ పద్ధతిని ఉపయోగించాడు అన్న విషయాన్ని పక్కన పెడితే అతడు ఎప్పుడూ ఒకే నిష్పత్తులను ఉపయోగించాడు. ఆ నిష్పత్తి ఎప్పుడూ 5:4:1(కాపర్:ఆక్సిజన్:కార్బన్).

కాపర్ కార్బొనేట్ తయారీలో మూడు మూలకాలు

కాపర్ | ఆక్సిజన్ | కార్బన్ | కాపర్ కార్బొనేట్

5 యూనిట్లు + 4 యూనిట్లు + 1 యూనిట్టు = 10 యూనిట్లు

ఇలా కాకుండా వేరే నిష్పత్తిలో కలపడానికి ప్రయత్నిస్తే కొన్ని మూలకాలు (ఒకటి లేదా రెండు) కలవకుండా మిగిలిపోయాయి.

ఇతర కాంపౌండ్స్‌లో కూడా ఇలాగే జరుగుతుందని ప్రౌస్ట్ నిరూపించాడు. కాంపౌండ్స్ ఎప్పుడూ ప్రత్యేక నిష్పత్తిలో మూలకాల కలయిక వల్ల ఏర్పడతాయి. 1799 నాటికి అన్ని కాంపౌండ్స్‌కి ఇది నిజం అని ప్రౌస్ట్ నిరూపించాడు. ప్రౌస్ట్ కనుగొన్న ఈ విషయాన్ని మనం "ది లా ఆఫ్ డెఫెనిట్

ప్రొపోర్షన్స్" (నిర్దిష్ట నిష్పత్తుల నియమం) అని అంటాం.

ప్రౌస్ట్ తనంతట తాను పరమాణువుల గురించి ఏ ప్రయోగాలూ చేయలేదు. కానీ ఆ విషయాలు ఇక్కడ ఎలా ఇమిడాయి అన్న విషయాన్ని మనం పరిశీలించవచ్చు. అన్ని మూలకాలు పరమాణువులతోనే ఏర్పడతాయని, పరమాణువులను ఇంకా చిన్న ముక్కలు చేయలేమని అనుకుందాం. ఏదైనా కాంపౌండ్‌ని ఏర్పరచడానికి కొన్ని మూలకాలను కలిపితే ఒక మూలకం పరమాణువులు మరో మూలకం పరమాణువులతో కలుస్తాయి.

లా ఆఫ్ డెఫెనిట్ ప్రొపోర్షన్స్‌కి పరమాణువులకి మధ్య ఉన్న సంబంధం జాన్ డాల్టన్ (1766-1844) అనే ఇంగ్లీషు రసాయనిక శాస్త్రవేత్తకు తెలిసింది. డాల్టన్‌కి వాయువులతో ప్రయోగాలు చేయడం అంటే చాలా ఇష్టం. అంతేకాక బోయిల్ ప్రయోగాలను ఇతడు చాలా బాగా అర్థం చేసుకున్నాడు. గాలి, ఇతర వాయువులు పరమాణువుతో ఏర్పడితే అవి ఎలా ప్రవర్తిస్తాయి అన్న దానిని బాగా వివరించాడు. అన్ని మూలకాలూ పరమాణువులతో ఏర్పడితే లా ఆఫ్ డెఫెనిట్ ప్రొపోర్షన్స్ అనేది అర్థవంతంగా కనిపిస్తుంది.

డాల్టన్ సొంతంగా మూలకాలను కలపడం గురించి పరిశోధించాడు. అందులో ఒక కొత్త విషయాన్ని కనుగొన్నాడు. కొన్నిసార్లు రెండు మూలకాలను వేరు వేరు నిష్పత్తులలో కూడా కలపవచ్చు అనే కొత్త విషయాన్ని కనుగొన్నాడు. ఉదాహరణకి 3 గ్రాముల కార్బన్, 4 గ్రాముల ఆక్సిజన్ కలిపితే ఒక వాయువు ఏర్పడితే, 3 గ్రాములు కార్బన్ 8 గ్రాములు ఆక్సిజన్ కలిపితే మరో వాయువు ఏర్పడుతుంది.

నిష్పత్తులైతే వేరు కానీ 8 మాత్రం 4కి రెండింతలు. మొదటి పరిస్థితిలో ఒక కార్బన్ పరమాణువు ఒక ఆక్సిజన్ పరమాణువుతో కలిస్తే రెండో పరిస్థితిలో ఒక కార్బన్ పరమాణువు రెండు ఆక్సిజన్ పరమాణువులతో

కలిసింది. దీనిని గమనించిన డాల్టన్ ఆశ్చర్యపడ్డాడు.

ఈ ఆలోచనే ఇప్పుడు మనకున్న రెండు వాయువుల పేర్లకు మూలస్థంభం లాంటిది. 3 గ్రాముల కార్బన్, 4 గ్రాముల ఆక్సిజన్ కలసి కార్బన్ మోనాక్సైడ్‌ని ఏర్పరిస్తే, 3 గ్రాముల కార్బన్, 8 గ్రాముల ఆక్సిజన్ కలసి కార్బన్‌డయాక్సైడ్‌ని ఏర్పరుస్తుంది. ఆక్సైడ్‌కి ముందున్న మోనో అంటే ఒకటి, డై అంటే రెండని అర్థం.

డాల్టన్ ఇలాంటి ఇతర ఉదాహరణలని కూడా కనుగొన్నాడు. ఉదాహరణకి, ఒక గ్రాము హైడ్రోజన్ 3 గ్రాముల కార్బన్‌తో కలిసి మీథేన్ అనే వాయువుని ఏర్పరుస్తుంది. ఒక గ్రాము హైడ్రోజన్ 6 గ్రాముల కార్బన్‌తో కలిసి ఎథిలీన్ అనే వాయువుని ఏర్పరుస్తుంది. మళ్ళీ మనం గమనిస్తే 6 అనేది 3కి రెండింతలు.

మూలకాలను వేర్వేరు నిష్పత్తులలో కలపవచ్చునని డాల్టన్ ఎప్పుడైతే కనుగొన్నాడో అప్పుడే ఎక్కువ నిష్పత్తులన్నీ తక్కువ నిష్పత్తుల గుణకాలే (మల్టిపుల్స్) నని తేలికగా అర్థం అయ్యింది. అంటే రెండింతలు లేదా మూడింతలు ఇలాగన్నమాట. డాల్టన్ కనుగొన్న ఈ విషయాన్ని "ది లా ఆఫ్ మల్టిపుల్ ప్రొపోర్షన్స్" (బహుళ నిష్పత్తుల నియమం) అని అంటాం. దీనిని డాల్టన్ 1803లో ప్రకటించాడు.

ఒక మూలకంలోని ఒక పరమాణువుని వేరొక మూలకం ఒక్క పరమాణువుతోగానీ లేదా రెండు పరమాణువులతో గానీ లేదా మూడు పరమాణువులతోగానీ కలపగలం అని అనుకుంటే డాల్టన్ కనుగొన్న లా ఆఫ్ మల్టిపుల్ ప్రొపోర్షన్స్ అనేది సమంజసంగా అనిపిస్తుంది. కానీ అర పరమాణువు అని గానీ లేదా రెండున్నర పరమాణువులని గానీ ఎప్పుడూ ఉండదు. మూలకాలను కలిపినప్పుడు అవి వాటి పరమాణు రూపాలలో కలుస్తాయని ఆ పరమాణువులను ఇంకా చిన్న ముక్కలను చేయలేమని నిరూపించడానికి ఇదే చివరి సాక్ష్యం అని డాల్టన్ భావించాడు.

1808లో డాల్టన్ ఒక పుస్తకాన్ని ముద్రించాడు. అందులో పరమాణువుల గురించి తన అభిప్రాయాలను, ఆలోచనలను విపులంగా వివరించాడు. ఈ పుస్తకం వల్లే పరమాణువులు కనుక్కోవడం గురించి, పరమాణు సిద్ధాంతాల (అటామిక్ థీరీ) గురించి డాల్టన్‌కి మంచి పేరొచ్చింది.

అయితే 2000ల సంవత్సరాల క్రితం లియోసిప్పస్, డెమోక్రిటస్‌లు చెప్పిన అభిప్రాయాలనే డాల్టన్ కూడా చెప్పాడు. ఇది మనకు ఆశ్చర్యం కలిగించే విషయమే. అయితే ఆ పాత గ్రీకు తాత్విక వేత్తలకు ఇంత పేరెందుకు రాలేదు? ఇక్కడ ఒక తేడా ఉంది. లియోసిప్పస్, డెమోక్రిటస్‌లు వారి అభిప్రాయాలను మాత్రమే చెప్పారు. వారు ఎటువంటి సాక్ష్యాలను గానీ చూపలేదు. అందుకే ఎవరూ దీనిని నమ్మలేదు.

కానీ డాల్టన్ మాత్రం పరమాణువులు ఉన్నాయని రసాయనిక ప్రయోగాల ద్వారా చాలా సులువుగా చెప్పగలిగాడు. పరమాణువులు బోయిల్ నియమంలో ఎలా పనిచేస్తాయనే విషయాన్ని, ద్రవ్య నిత్యత్వ నియమం, నిర్దిష్ట నిష్పత్తుల నియమం, బహుళ నిష్పత్తుల నియమం వంటి నియమాలకి పరమాణువులు ఎలా ఆధారం అవుతాయో వివరించాడు.

3. పరమాణువుల భారం

వివిధ మూలకాలలో ఉండే పరమాణువుల మధ్య తేడాలు ఏమిటి అని డాల్టన్ ఆలోచించాడు.

లావోయిజర్, ప్రౌస్ట్, డాల్టన్‌లాంటి వాళ్ళు చేసిన ప్రయోగాలలో వేర్వేరు పదార్థాల బరువులు (భారాలు) తూచారు. బహుశా వేర్వేరు పరమాణు భారాలను కూడా తెలుసుకోగలమేమోనని అనిపించింది. బహుశా అప్పుడు వివిధ పరమాణువు భారాలని పోల్చి చూడొచ్చు. ఒక్క పరమాణువునే తీసుకొని దాని బరువు కొలవాలంటే ఎవరూ చేయలేం. ఎందుకంటే చూడాలన్నా లేదా దానితో పనిచేయాలన్నా పరమాణువు చాలా చిన్నది. అయినప్పటికీ వేర్వేరు పరమాణు భారాలను ఒకదానితో ఒకటి పోల్చవచ్చు.

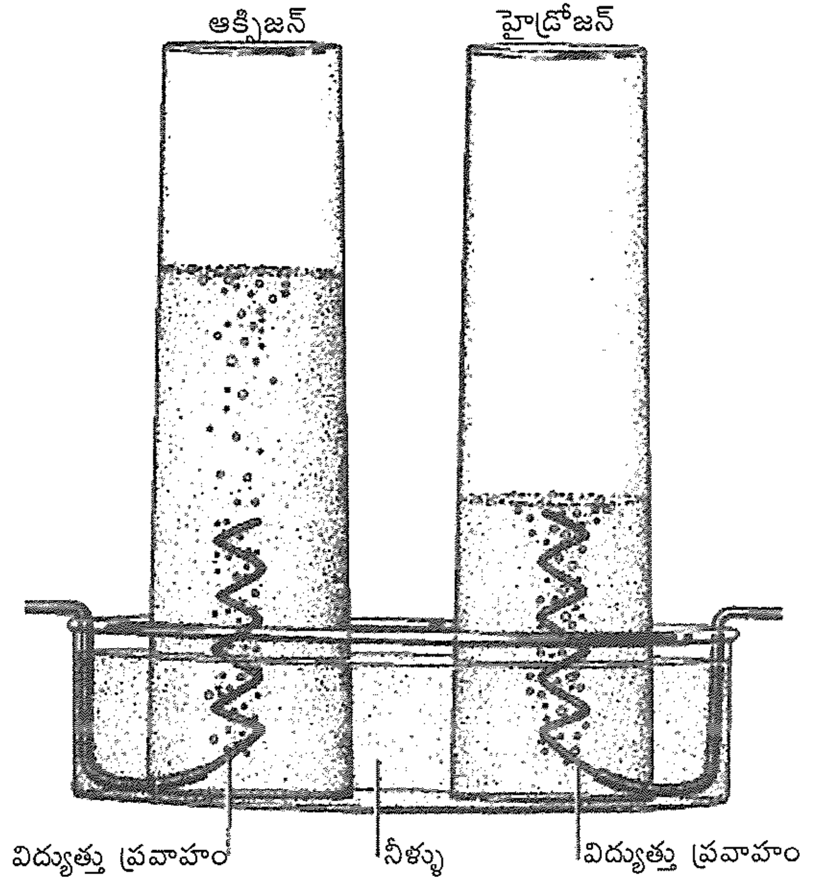
ఉదాహరణకు ఒక గ్రాము హైడ్రోజన్ 8 గ్రాముల ఆక్సిజన్‌తో కలిసి నీటిని ఏర్పరుస్తుంది. నీటిలో అతి సాధారణ పరమాణువుల అమరిక ఉంటుందని అనుకుంటే ఒక హైడ్రోజన్ పరమాణువు ఒక ఆక్సిజన్ పరమాణువుతో కలుస్తుంది. అంటే ప్రతి ఆక్సిజన్ పరమాణువు భారం ప్రతి హైడ్రోజన్ పరమాణువు భారం కంటే 8 రెట్లు ఎక్కువ ఉంటుందని దీని నుంచి ఖచ్చితంగా మనకు తెలుస్తుంది. హైడ్రోజన్ పరమాణు భారం ఒకటి అయినట్లయితే ఆక్సిజన్ పరమాణు భారం 8 అవుతుంది. హైడ్రోజన్ పరమాణు భారం మనకు తెలిసినట్లయితే ఆక్సిజన్ పరమాణు భారం మనకు తెలిసిపోయినట్లే.

డాల్టన్ రక రకాల మూలకాలు, వాటి మిశ్రమాల భారాలను పోల్చసాగాడు. హైడ్రోజన్ పరమాణు భారంతో పోల్చినపుడు ఇతర పరమాణువులు ఎంత ఎక్కువ పరమాణు భారాన్ని కలిగి ఉన్నాయో అన్న విషయాన్ని కూడా పరిశీలించాడు. దీనివల్ల అన్ని పరమాణువులకంటే తేలికైన పరమాణువులతో హైడ్రోజన్ ఏర్పడిందని తెలిసింది. అయినప్పటికీ డాల్టన్

ఒక తప్పు చేశాడు. ఒక హైడ్రోజన్ పరమాణువు ఒక ఆక్సిజన్ పరమాణువుతో కలసినప్పుడు నీరు ఏర్పడుతుందనే విషయం తప్పు. క్రీ.శ. 1800లో అలెస్సాండ్రో వోల్టా (1745-1827) అనే ఇటలీ శాస్త్రజ్ఞుడు మొట్టమొదటి విద్యుత్ బాటరీని తయారుచేశాడు. ఈ బాటరీ విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని (ఎలెక్ట్రిక్ కరెంట్) ఉత్పత్తి చేసింది. ఈ ప్రవాహం కొన్ని ప్రత్యేక పదార్థాలగుండా ప్రయాణించింది. ఒక సంవత్సరం గడవక ముందే విలియమ్ నికాల్సన్ అనే ఇంగ్లీషు రసాయనిక శాస్త్రవేత్త బాటరీని వోల్టా కనుగొన్నాడని విన్నాడు. ఇతడు సొంతంగా ఒక బాటరీని నిర్మించాడు, నీటి గుండా విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని(కరెంట్) ప్రవహింప చేశాడు.

విద్యుత్ ప్రవాహం నీటిగుండా ప్రవహించినప్పుడు నీరు హైడ్రోజన్, ఆక్సిజన్‌లాగా విడిపోతుందని నికాల్సన్ కనుగొన్నాడు. ఇతడు ఈ రెండు వాయువులను వేర్వేరుగా సేకరించాడు. ఆక్సిజన్ ఉంచడానికి కావలసిన ఘనపరిమాణం కంటే హైడ్రోజన్‌ని ఉంచడానికి రెండింతలు ఘనపరిమాణం కావలసి వచ్చింది.

క్రీ.శ. 1809లో జోసెఫ్ లూయి గే-లుస్సక్ (1778-1850) అనే ఫ్రెంచ్ రసాయనిక శాస్త్రవేత్త వాయువులు ఎప్పుడూ చిన్న పూర్ణాంకాలుగా రాయగలిగే ఘనపరిమాణాల నిష్పత్తులలో కలుస్తాయనే విషయాన్ని కనుగొన్నాడు. నీటిని ఏర్పరచడానికి హైడ్రోజన్, ఆక్సిజన్‌లను కలిపినప్పుడు హైడ్రోజన్ ఘనపరిమాణం ఆక్సిజన్ ఘనపరిమాణానికి రెండింతలు. హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్‌ని ఏర్పరచడానికి హైడ్రోజన్, క్లోరిన్‌లను కలిపినప్పుడు ఈ రెండింటి ఘనపరిమాణాలు సమానంగా ఉన్నాయి. అమ్మోనియాను ఏర్పరచడానికి హైడ్రోజన్, నైట్రోజన్‌లను కలిపినప్పుడు హైడ్రోజన్ ఘనపరిమాణం నైట్రోజన్ ఘనపరిమాణానికి మూడింతలు. దీనినే మనం "ది లా ఆఫ్ కంబైనింగ్ వాల్యూమ్స్" (ఘనపరిమాణాల సంయోగ నియమం) అని అంటాం.



క్రీ.శ. 1811లో అమిడియో యావగాడ్రో (1776-1856) అనే ఇటలీ భౌతిక శాస్త్రవేత్త ఘనపరిమాణాల నిష్పత్తులను కలిపే నియమాన్ని వివరించగలనని అనుకున్నాడు - ఒకే ఘనపరిమాణం గల రక రకాల వాయువులు ఒకే సంఖ్య గల కణాలతో ఏర్పడతాయి. ఈ కణాలు స్వతంత్ర పరమాణువులు అవ్వవచ్చు లేదా పరమాణువుల కలయికతో ఏర్పడిన అణువు అవ్వవచ్చు. దీనినే యావగాడ్రో ప్రతిపాదన (హైపోథీసిస్) అని అంటాం.

ఈ ప్రతిపాదనే నిజమైతే, రెండొంతుల ఘనపరిమాణాల హైడ్రోజన్ ఒక వంతు ఘనపరిమాణం గల ఆక్సిజన్‌తో కలిసిందంటే ఒక నీటి అణువుని

ఏర్పరచడానికి రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువులు ఒక ఆక్సిజన్ పరమాణువుతో కలుస్తాయన్నమాట. అంతేగాని డాల్టన్ అభిప్రాయపడినట్లు ఒక హైడ్రోజన్ పరమాణువు ఒక ఆక్సిజన్ పరమాణువుతో కలవడం లేదు.

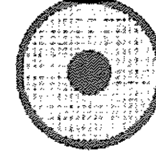
అయినప్పటికి నీటిని ఏర్పరచడానికి ఉపయోగించే ఆక్సిజన్ బరువు హైడ్రోజన్ బరువు కంటే 8 రెట్లు ఎక్కువ ఉంది. అంటే దీని ప్రకారం నీటి అణువులోని ఆక్సిజన్ పరమాణు భారం రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువుల భారానికి 8 రెట్లు ఉంటుంది. అంటే ఆక్సిజన్ పరమాణు భారం ఒక్క హైడ్రోజన్ పరమాణు భారానికి 16 రెట్లు ఉంటుంది. హైడ్రోజన్ బరువుని ఒకటి అని అనుకుంటే ఆక్సిజన్ బరువు 16 అయి ఉండాలి.

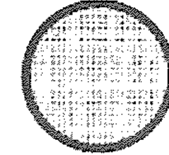
నీటి అణువులో రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువులు ఉంటాయని రసాయన శాస్త్రజ్ఞులు ఒప్పుకున్నారు. కాని దాదాపు ఎవ్వరు కూడా యావగాడ్రో ప్రతిపాదనల మీద దృష్టి సారించలేదు. సుమారు 50 సంవత్సరాలపాటు బహుళ నిష్పత్తుల నియమం ఏమి సూచిస్తుందో రసాయనిక శాస్త్రజ్ఞులు అర్థం చేసుకోలేకపోయారు.

క్రీ.శ. 1810 వచ్చేసరికి చాలామంది రసాయన శాస్త్రజ్ఞులు మూలకాలు, పరమాణువుల గురించి మాట్లాడుకునేవారు. మూలకాలు, అణువుల పేర్లు పెద్దగా ఉండడంతో ఏదైనా సంక్షిప్త పద్ధతిలో సూచించాలని అభిప్రాయపడ్డారు. నీటి అణువులో ఏఏ పరమాణువులున్నాయని ఎప్పుడైనా మాట్లాడాలంటే "రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువులు, ఒక ఆక్సిజన్ పరమాణువు కలిసి ఒక నీటి అణువుని ఏర్పరుస్తాయి" అని చెప్పాలంటే ఇబ్బందిగా ఉండేది.

పరమాణువులను సూచించడానికి డాల్టన్ చిన్న చిన్న వృత్తాలను ఉపయోగించేవాడు. వేర్వేరు మూలకాల పరమాణువులను వేర్వేరు వృత్తాల ద్వారా సూచించాడు. ఒక మూలకాన్ని ఒక ఖాళీ వృత్తం చేత ఇంకొకటి పూర్తిగా నలుపు వృత్తం, ఇంకొకటి ఒక వృత్తం దానిలో ఒక చుక్క ఇలా రకరకాల అమరికలు ఉపయోగించి డాల్టన్ పరమాణువులను సూచించాడు. కాంపౌండ్స్‌లో రక రకాల పరమాణువులు ఎలా కలుస్తాయి అనేదానికి రక రకాల వృత్తాలను ఒక దగ్గర పెట్టేవాడు. ఇది ఒక సంకేతం (కోడ్)లా ఉండేది, కానీ ఈ పద్ధతిలో ఎక్కువ మూలకాలు గానీ, ఎక్కువ కాంపౌండ్స్‌ని

వివిధ మూలకాలకు డాల్టన్ సంకేతాలు


హైడ్రోజన్


ఆక్సిజన్

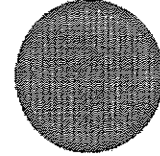

నైట్రోజన్



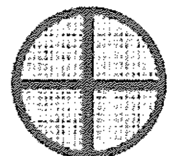
బంగారం

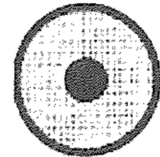


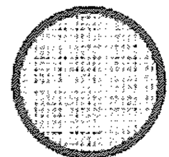
వెండి

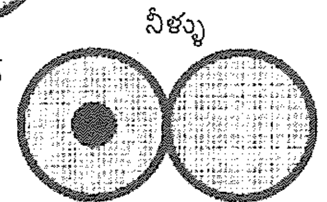

కార్బన్


భాస్వరం


గంధకం


హైడ్రోజన్


ఆక్సిజన్


నీళ్ళు

గానీ సూచించాలంటే చాలా కష్టం అయ్యేది.

క్రీ.శ. 1813లో జాన్స్ జాకబ్ బెర్జీలియస్ (1779-1848) అనే స్వీడన్ రసాయన శాస్త్రజ్ఞుడికి ఒక మంచి ఆలోచన వచ్చింది. ప్రతి మూలకాన్నీ లాటిన్ భాషలో వాటి పేరులోని మొదటి అక్షరంతో సూచించవచ్చు అని ఆలోచించాడు. రెండు మూలకాలు ఒకే అక్షరంతో ప్రారంభమైతే రెండో అక్షరాన్ని కూడా ఉపయోగించేవాడు. ఈ అక్షరాలే మూలకాలకూ, మూలకంలోని ఒక పరమాణువుకి రసాయనిక గుర్తులుగా మిగిలాయి.

ఇలా అయితే ఆక్సిజన్‌ని O చేత, నైట్రోజన్‌ని- N, కార్బన్‌ని- C, హైడ్రోజన్‌ని-H, క్లోరిన్‌ని-Cl, సల్ఫర్-S, ఫాస్ఫరస్‌ని- P చేత ఇలా ప్రతి మూలకాన్ని సూచించవచ్చు. కాని ఇంగ్లీషు భాషలోని పేర్లతో లాటిన్ భాషలోని పేర్లను పోలిస్తే ఇవి వేర్వేరుగా ఉన్నప్పుడు ఈ రసాయనిక గుర్తు తేలికగా అర్థం అయ్యేది కాదు. ఉదాహరణకి బంగారాన్ని లాటిన్ భాషలో ఆరమ్ అని అంటారు కాబట్టి దీనికి రసాయనిక గుర్తు "Au".

రక రకాల పదార్థాల అణువులను బెర్జీలియస్ పద్ధతి ఉపయోగించి చాలా తేలికగా రాయవచ్చు. ఉదాహరణకి ఒక్క హైడ్రోజన్ పరమాణువుని H తో సూచిస్తే, హైడ్రోజన్ వాయువు అణువుల ద్వారా ఏర్పడి, ప్రతి అణువు రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువులతో ఏర్పడుతుంది అంటే ఈ అణువుని H_2 అని రాయవచ్చు. ఈ విధంగా ఆక్సిజన్‌ని O_2 అని నైట్రోజన్‌ని N_2 అని క్లోరిన్ అణువుని Cl_2 అని రాయవచ్చు.

ఈ పద్ధతిలో రక రకాల పరమాణువులతో ఏర్పడిన అణువులను కూడా చాలా తేలికగా రాయవచ్చు. రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువులు, ఒక ఆక్సిజన్ పరమాణువు కలసి నీటిని ఏర్పరుస్తాయి అన్న దానిని H_2O అని రాయవచ్చు. అలాగే కార్బన్ డైయాక్సైడ్‌ని CO_2 అని కార్బన్ మోనాక్సైడ్‌ని CO అని రాయవచ్చు.

ఒక ప్రత్యేకమైన కాంపౌండ్ ఏర్పడడానికి కలిసే వేర్వేరు మూలకాల

ఖచ్చితమైన బరువులను కొలవడానికి ప్రౌస్ట్ లాగే బెర్జీలియస్ చాలా సంవత్సరాలు కృషి చేశాడు. కానీ ప్రౌస్ట్ కంటే బెర్జీలియస్ చాలా ఎక్కువ కాంపౌండ్‌లను పరీక్షించాడు కాబట్టే ఎక్కువ శాతం ఖచ్చితంగా కొలవగలిగాడు.

రక రకాల మూలకాల పరమాణు భారాలను తెలుసుకోవడానికి బెర్జీలియస్ తాను కొలిచిన బరువులను ఉపయోగించాడు. క్రీ.శ. 1828లో ఇతడు పరమాణు భారాలు అనే పట్టికను ముద్రించాడు. బెర్జీలియస్ పట్టికలో చాలామటుకు విలువలు ఖచ్చితంగా ఉన్నాయి. కానీ సమాన ఘనపరిమాణం గల వాయువులు సమాన సంఖ్యలోని కణాలను కలిగి ఉంటాయి అనే యావగాడ్రో నియమం మీద దురదృష్టవశాత్తు ఇతడు దృష్టి సారించలేదు. ఈ కారణం వల్లే కొన్ని సందర్భాలలో పరమాణు భారాల విలువలు కొంచెం పక్కదారి పట్టాయి. రెండు లేదా మూడు మూలకాల పరమాణు భారాల విలువలు పూర్తిగా తప్పు అయ్యాయి.

తరువాత చాలా కాలం కొన్ని మూలకాలకు వేర్వేరు రసాయన శాస్త్రజ్ఞులు వేర్వేరు పరమాణు భారాలుంటాయని చెప్పారు. కొంతమంది హైడ్రోజన్ పరమాణువుకి, హైడ్రోజన్ అణువులకి మధ్య, ఇటువంటివే ఇతర సందర్భాలలో గందరగోళపడ్డారు.

క్రీ.శ. 1850 వచ్చేసరికి రక రకాల అణువుల నిర్మాణాల గురించి, వాటి సూత్రాలని ఎలా రాయవచ్చు అనేదాని గురించి ఎన్నో వాదనలు తలెత్తాయి. అసలు మొత్తం పరమాణువులు అన్న ఆలోచనే తుడిచిపెట్టుకు పోయినట్లు అనిపించింది. అటామిసమ్ అనేది అసలు ఇంత సంక్లిష్టమైతే అది అసలు నిజమే కాదేమో!

మొత్తం యూరప్‌లో ఉన్న రసాయన శాస్త్రజ్ఞులందరినీ ఒక దగ్గర చేర్చి చర్చించుకోమంటే బాగుంటుందని ఫ్రెడ్రిక్ ఆగస్ట్ కెకులే (1829-1896) అనే జర్మనీ రసాయన శాస్త్రజ్ఞుడికి ఆలోచన వచ్చింది. ఈ

ఆలోచన వల్లే 1860లో మొదటి అంతర్జాతీయ రసాయన శాస్త్రజ్ఞుల సభ జర్మనీలో కార్ల్స్రుహె అనే పట్టణంలో జరిగింది. ఇదే మొదటి అంతర్జాతీయ శాస్త్రజ్ఞుల కలయిక. దీనికి జర్మనీ, ఫ్రాన్స్, గ్రేట్ బ్రిటన్, రష్యా, ఇటలీ ఇంకా మరి కొన్ని దేశాల నుంచి 140 మంది రసాయన శాస్త్రజ్ఞులు హాజరయ్యారు.

దీనికి హాజరైన వారిలో స్టానిస్లో కన్నిజ్జారో (1826-1910) అనే ఇటలీ రసాయన శాస్త్రజ్ఞుడికి యావగాడ్రో నియమం గురించి బాగా తెలుసు. యావగాడ్రో నియమంపై రసాయన శాస్త్రజ్ఞులను ఒప్పిస్తే అది ఎంతో ప్రయోజనకరంగా ఉంటుందని అతడు భావించాడు.

ఇతడు తన ఆలోచనలన్నింటినీ బాగా అర్థం అయ్యేటట్లు ఒక చిన్న పుస్తకరూపంలో రాసి వివరించాడు. ఇతడు యావగాడ్రో నియమం గురించి ఆ సభలో బాగా బలమైన వాదనలను వినిపించి తన పుస్తకాన్ని రసాయన శాస్త్రజ్ఞులందరికీ అందించాడు. అలాగే అందులోని కొంతమంది ముఖ్యమైన రసాయన శాస్త్రజ్ఞులను వ్యక్తిగతంగా కలిసి అన్ని విషయాలను చాలా జాగ్రత్తగా వివరించాడు.

ఇతడి ప్రయత్నం, కృషి ఫలించాయి. యావగాడ్రో నియమాన్ని రసాయన శాస్త్రజ్ఞులు అర్థం చేసుకోవటంతో అంతకు ముందున్న అనుమానాలన్నీ తొలగి పోవటం మొదలైంది. జీన్ సెర్వియాస్ స్టాస్ (1813-1891) అనే అతడు బెర్జిలియస్ కంటే ఇంకా జాగ్రత్తగా పరమాణు భారాల పట్టికని తయారు చేయడం ప్రారంభించాడు. ఇతడు ఎంతో జాగ్రత్తగా గమనించి ఆక్సిజన్ పరమాణువు హైడ్రోజన్ పరమాణువు కంటే ఖచ్చితంగా 16 రెట్లు ఉండదని నిరూపించాడు. 16 రెట్లు కంటే కొంచెం తక్కువే ఉంటుందని నిరూపించాడు. హైడ్రోజన్ పరమాణువు ఒకటి అయితే ఆక్సిజన్ పరమాణువు 15.88.

హైడ్రోజన్ పరమాణువు కంటే ఆక్సిజన్ పరమాణువు ఎక్కువ

మూలకాలతో కలవ గలిగింది. అందుకే స్టాస్ ఆక్సిజన్‌తోనే చాలా ప్రయోగాలు చేశాడు. ఆక్సిజన్ పరమాణు భారం ఒక పూర్ణాంకం అయితే ఇతడికి వేర్వేరు లెక్కలు కట్టడానికి బాగా సులువుగా ఉంటుందని ఆక్సిజన్ పరమాణువు భారాన్ని 16 అని తీసుకున్నాడు. ఇలా అయితే హైడ్రోజన్ పరమాణు భారం ఒకటికి బదులు 1.008 అవుతుంది. ఈ పద్ధతిని సుమారు 100 సంవత్సరాలు ఉపయోగించారు.

కన్నిజ్జారో సమావేశంలో యావగాడ్రో సిద్ధాంతాన్ని వివరించిన తరువాత స్టాస్ దీనిని బాగా అవగతం చేసుకున్నాడు. దీనిని ఆధారంగా చేసుకొని స్టాస్ తన పరమాణు భారాల పట్టికను తయారు చేశాడు. 1865 వచ్చేసరికి ఆ విలువలతో కూడిన మొదటి కొత్త పరమాణుభారాల పట్టికను ప్రజలకు అందించాడు. ఆ సమయంలో అతడు ప్రవేశపెట్టిన అంకెలకి చాలా కొద్ది సవరణలు జరిగాయి.

4. పరమాణువుల అమరిక

పరమాణు భారాలు అనే సమస్య తీరి కొంచెం గట్టెక్కినట్లే ఉంది. కాని పరమాణువులకి సంబంధించి ఇదొక్కటే సమస్య కాదు కదా?

1800లలో పరిశోధించిన చాలా కాంపౌండ్స్ కొన్ని పరమాణువులతో కూడిన సాధారణ అణువులతో ఏర్పడినవే. ఏఏ రకాల పరమాణువులున్నాయి, ఎన్ని పరమాణువులున్నాయి అనేది తెలుసుకోవడానికి ఈ పరిశోధన సరిపోతుంది.

కొన్ని సందర్భాలలో ఎన్ని పరమాణువులున్నాయి అని చెప్పినంత మాత్రాన సరిపోదు. 1824లో జస్టస్ వాన్ లీబిగ్ (1803-1873), ఫ్రెడిరిక్ వోలర్ (1800-1882) అనే ఇద్దరు రసాయన శాస్త్రజ్ఞులు రెండు వేర్వేరు కాంపౌండ్స్‌ని పరిశోధించి మూలకంలోని చాలా పరమాణువులని కనుగొన్నారు. అయితే వారి ఫలితాలను వెల్లడించిన తరువాత రెండు కాంపౌండ్స్ ఒకే సూత్రాన్ని కలిగి ఉన్నట్లు తెలిసింది. ఈ రెండు కాంపౌండ్స్‌లోని అణువులు కూడా ఒకే రకమైన మూలకాలను ఒకే నిష్పత్తిలో కలిగి ఉన్నాయి. అయినప్పటికీ ఆ రెండూ వేర్వేరు కాంపౌండ్స్, వేర్వేరు ధర్మాలను కలిగి ఉన్నాయి.

బెర్జీలియస్ తన కాలంలో గొప్ప ప్రభావం చూపిన రసాయన శాస్త్రజ్ఞులలో ప్రథముడు. ఆ ఇద్దరు రసాయన శాస్త్రజ్ఞులు చేసిన ప్రయోగాలను మళ్ళీ చేసి చివరికి ఇద్దరు వెల్లడించిన విషయాలు సరైనవే అని నిర్ధారించాడు. అవి ఒకే రకమైన మూలకాలతో ఒకే నిష్పత్తిలో ఏర్పరచిన రెండు కాంపౌండ్స్. బెర్జీలియస్ వీటిని "ఐసోమెర్స్" అని పిలిచాడు. ఐసోమెర్స్ అంటే గ్రీకు భాషలో సమాన నిష్పత్తులని అర్థం.

తదనంతరం మరిన్ని ఐసోమెర్‌లని కూడా కనుగొన్నారు. వీటిలో ఇంచుమించు ప్రతి దానిలో వాటి అణువులలో కార్బన్ పరమాణువు ఉండేది.

జీవులన్నీ వాటి అణువులలో కార్బన్ పరమాణువులను కలిగి ఉంటాయి. అందుకే ఇది ప్రత్యేకంగా ప్రాముఖ్యతను సంతరించుకుంది. ఈ కారణం వల్లే కార్బన్ పరమాణువులున్న జంతువుల అణువులను ఆర్గానిక్ కాంపౌండ్స్ (కర్బన రసాయన సంయోగాలు) అని బెర్జీలియస్ ప్రకటించాడు.

ఆర్గానిక్ కాంపౌండ్స్ నిర్మాణాల సూత్రాలు రాను రాను కష్టతరంగా మారాయి. కార్బన్ పరమాణువులు లేని అణువులు (ఇనార్గానిక్ కాంపౌండ్స్) చాలా వరకు చిన్నవిగా ఉంటాయి. అందుకే వాటి నిర్మాణాలను తెలుసుకోవడం సులువైంది. కానీ కర్బన్ రసాయన సంయోగాలు మాత్రం చాలా పరమాణువులున్న పెద్ద అణువులతో ఏర్పడ్డాయి. పెద్ద ఆర్గానిక్ అణువులలో ఎన్ని రకాల పరమాణువులు, ఎన్ని పరమాణువులుంటాయి అనే విషయంలో రసాయన శాస్త్రజ్ఞులకు ఎన్నో ప్రశ్నలు తలెత్తసాగాయి. కొన్ని అంకెలతో కూడిన నిర్మాణాలను వెల్లడించినప్పటికీ ఒకే రకమైన అంకెల కలయిక వేర్వేరు ఐసోమెర్‌లని సూచించవచ్చు అనే విషయాన్ని కనుగొన్నారు. ఉదాహరణకి C_2H_2O పలు ఐసోమర్లని సూచించవచ్చు.

ఒక అణువులో ఎన్ని పరమాణువులున్నాయో చెప్పడానికి ఇది కచ్చితంగా సరిపోదు. ఆ పరమాణువులు ఖచ్చితంగా ఒక ప్రత్యేకమైన పద్ధతిలో అమరి ఉండాలి. అంటే ఒకే రకమైన, ఒకే సంఖ్యలోని పరమాణువులు రెండు వేర్వేరు అణువుల మధ్య తేడాను వివరిస్తుంది.

కానీ పరమాణువులు, అణువులు కూడా చూడటానికి చాలా చిన్నవి. ఇలాంటి పరిస్థితులలో అణువులలోని పరమాణువులు ఏరకంగా అమరి ఉన్నాయో తెలుసుకోవడానికి రసాయన శాస్త్రజ్ఞులు ఏవిధంగా పరిశోధించాలి?

దీనికోసం మొదట ఎడ్వర్డ్ ఫ్రాంక్లెండ్ (1825-1899) అనే ఇంగ్లీషు రసాయన శాస్త్రజ్ఞుడు తన ప్రయత్నాన్ని మొదలుపెట్టాడు. ఇతడు ఆర్గానిక్ అణువులను కొన్ని లోహాలతో కలిపాడు. ఒక ప్రత్యేకమైన లోహపు

పరమాణువు ఎప్పుడూ ఒక ప్రత్యేకమైన అణువుల సంఖ్యతో కలిసేది అన్న విషయాన్ని ఇతడు గమనించాడు.

ప్రతి రకమైన పరమాణువుకి ఒక ప్రత్యేకమైన సంఖ్యలో ఉన్న ఇతర పరమాణువులకంటే ఎక్కువ పరమాణువులతో కలిసే శక్తి ఉండదు అని 1852లో ఇతడు సూచించాడు. ప్రతి పరమాణువు ఒక ప్రత్యేకమైన వేలన్సీని కలిగి ఉంటుంది. వేలన్సీ అంటే లాటిన్‌భాషలో శక్తి (పవర్) అని అర్థం.

ఉదాహరణకి హైడ్రోజన్ వేలన్సీ ఒకటి. అంటే ఒక హైడ్రోజన్ పరమాణువు ఒకే ఒక్క మరేదైనా పరమాణువుతో కలవగలదు. ఆక్సిజన్ వేలన్సీ రెండు. అంటే ఇది రెండు ఇతర పరమాణువులతో కలవగలదు. నైట్రోజన్ వేలన్సీ-3, కార్బన్ వేలన్సీ-4, ఇలాగే ప్రతి పరమాణువు ఒక వేలన్సీని కలిగి ఉంటుంది.

1858లో ఆర్కిబాల్డ్ స్కాట్ కూపర్ (1831-1892) అనే స్కాటిష్ రసాయన శాస్త్రజ్ఞుడు ఒక అణువులోని పరమాణువులన్నీ కొన్ని 'బంధాల'తో కలబడి ఉన్నట్లు ఊహించుకున్నాడు. ఉదాహరణకి హైడ్రోజన్ వేలన్సీ ఒకటి అంటే హైడ్రోజన్ పరమాణువు ఒక బంధాన్ని కలిగి ఉంటుంది దీనిని H- అని రాయవచ్చు.

పరమాణువులని బంధాలతో కలపడం ద్వారా మనం అణువులను ఏర్పరచవచ్చు. ఒక హైడ్రోజన్ అణువు దాని ఒక బంధం ద్వారా వేరే పరమాణువుని పట్టుకుంటుంది. కొన్ని సందర్భాలలో రెండు పరమాణువులు కలవడానికి ఒకటి కంటే ఎక్కువ బంధాలు కూడా ఉపయోగపడవచ్చు.

కొన్నిసార్లు బంధాలలో కొన్ని ఉపయోగించబడకుండా ఉండిపోతాయి. ఉదాహరణకి కార్బన్ మోనాక్సైడ్ (CO దీనిని C=O అని రాయవచ్చు)ని తీసుకుందాం. దీనిని పరిశీలించినట్లయితే ఆక్సిజన్ పరమాణువుకి ఉన్న రెండు బంధాలు ఉపయోగపడ్డాయి, కానీ కార్బన్ పరమాణువుకి నాలుగు బంధాలు ఉంటాయి. ఇందులో రెండు ఉపయోగించుకోబడలేదు. కార్బన్

మోనాక్సైడ్ ఆక్సిజన్‌తో కలిసినప్పుడు చాలా సులువుగా మండి కార్బన్‌లో మిగిలి ఉన్న రెండు బంధాలు ఒక ఆక్సిజన్ పరమాణువుతో కలిసి కార్బన్ డై ఆక్సైడ్‌గా మారుతుంది.

పరమాణువులని బంధాలతో కలిపి అణువులని నిర్మించే పద్ధతి చిన్న ఇనార్గానిక్ అణువులకి చక్కగా సరిపోయింది. కాని సంక్లిష్టమైన ఆర్గానిక్ అణువుల విషయంలో పరిస్థితి ఇంకా అయోమయంగానే ఉంది.

ఆర్గానిక్ కాంపౌండ్స్‌కి వేలన్సీ సిద్ధాంతాన్ని వర్తింప చేయడానికి కెకులే చాలా కృషి చేశాడు. ఇతడు 1858లో తన ఫలితాలను వెల్లడించాడు. ప్రతి కార్బన్ పరమాణువుకి నాలుగు బంధాలుంటాయి అనే విషయం మీద దృష్టి కేంద్రీకరించి అంతవరకు అర్థంకాని ఎన్నో అణువుల నిర్మాణ రహస్యాన్ని ఇతడు తేలికగా ఛేదించాడు.

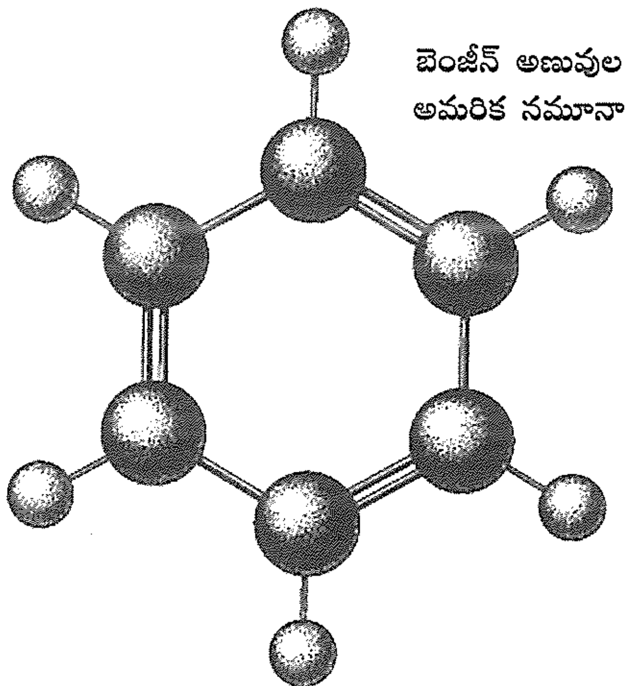
ఇతడు చేస్తున్నది సరైనదే అని నిర్ధారించడానికి ఇతడు ఉపయోగించిన ప్రతి మూలకం పరమాణు భారం ఖచ్చితంగా తెలుసుకోవడం అవసరం. మొదటి అంతర్జాతీయ రసాయన శాస్త్రజ్ఞుల సభను ఇతడు ఏర్పాటు చేయడానికి ఇది ఒక కారణం. పరమాణుభారాలు ఖచ్చితంగా ఉన్నాయని కన్నిజ్జారో నిర్ధారించడంతో సరైన దారిలోనే వెళ్ళినట్లు కెకులే నిర్ధారించుకున్నాడు. ఉదాహరణకి అసిటిక్ ఆమ్లం అణువుకి, వెనిగర్‌కి దాని పులుపు రుచిని ఇచ్చేది $C_2H_4O_2$.

తన పద్ధతిని కెకులే ప్రకటించటంతో ఆర్గానిక్ కాంపౌండ్స్‌కి సంబంధించిన ఎన్నో సమస్యలు త్వరితంగా తీరిపోసాగాయి. అయినప్పటికీ ఒక సాధారణ కాంపౌండ్ మాత్రం చిక్కుముడి లాగే మిగిలిపోయింది. అదే బెంజీన్ పరమాణువుల అమరిక. బెంజీన్ సూత్రం C_6H_6. బెంజీన్ ధర్మాన్ని కలిగే అణువుని తయారుచేయాలంటే కెకులే పద్ధతిలో 6 కార్బన్ పరమాణువులు, 6 హైడ్రోజన్ పరమాణువులు కలిసే మార్గమే కనిపించడం లేదు. కెకులే ఈ సమస్య గురించి చాలా తీవ్రంగా ఆలోచించాడు, కానీ

లాభం లేకపోయింది.

1865లో ఒకరోజు ఇతడు గుఱ్ఱపు బండిమీద వెళ్తున్నప్పుడు తనకు తెలియకుండానే కొద్దిగా నిద్రలోకి జారుకున్నాడు. సగం నిద్రలో ఉండగా కొన్ని కార్బన్ పరమాణువుల గొలుసు ఒకటి తనని వేగంగా దాటినట్లు అనిపించింది. హఠాత్తుగా ఆ కార్బన్ పరమాణువుల గొలుసు చివరిభాగం గొలుసు యొక్క ముందుభాగానికి అతుక్కుని ఒక పరమాణువుల వలయాన్ని ఏర్పరిచినట్లు అనిపించింది. కెకులే వెంటనే నిద్రలోనుంచి లేచి ఆ ప్రశ్నకు జవాబు తెలిసిందని అనుకున్నాడు.

బెంజీన్ సూత్రం ఒక షట్కోణంలా కనిపిస్తుంది.



బెంజీన్ అణువుల అమరిక నమూనా

1874లో జాకొబస్ హెన్రికస్ వాంట్ హాఫ్ అనే డచ్ రసాయన శాస్త్రజ్ఞుడు కార్బన్ పరమాణువు బంధాల కేవలం కాగితంమీద గీసి

సరిపెట్టుకోకుండా, పొడవు, ఎత్తు, వెడల్పు అనే మూడు పరిమాణాలు గల త్రిమితీయ ప్రపంచంలో కార్బన్ అణువు బంధాలు ఎలా ఉంటాయి అనే విషయాన్ని వర్ణించాడు. అప్పటినుంచి మూడు పరిమాణాలు గల అణు నమూనాలని నిర్మించడం మొదలయ్యింది. ఆ నమూనాలలో ప్రతి పరమాణువు నియత స్థానం కచ్చితంగా కనిపిస్తుంది, ప్రతి బంధం దిశ స్పష్టంగా కనిపిస్తుంది.

5. పరమాణువుల నిజస్వరూపం

1800ల చివరికి పరమాణు సిద్ధాంతాలు వాటికి ఎదురయ్యే సవాళ్ళు అన్నిటిని జయించినట్లే అయ్యింది. ఎన్నో కొత్త అణువుల నిర్మాణాన్ని వివరంగా తెలుసుకున్నారు. ఎన్నో సంక్లిష్టమైన ఆర్గానిక్ అణువుల నిర్మాణ రహస్యాలను కూడా ఛేదించారు.

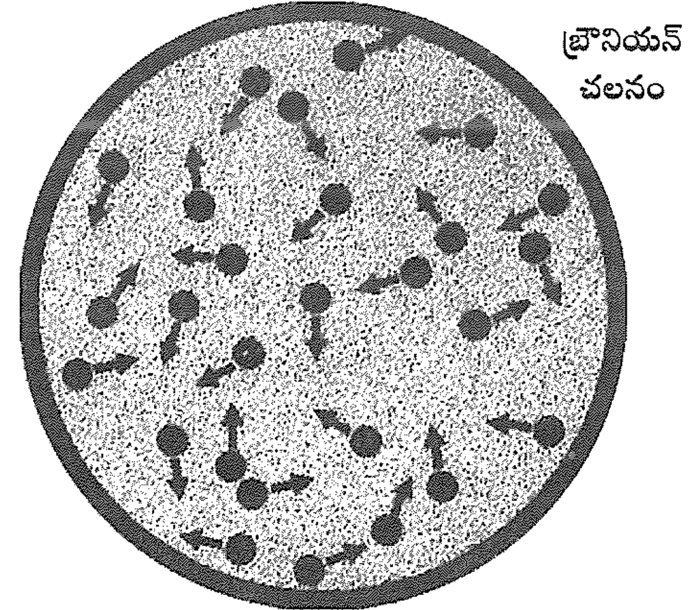
రసాయన శాస్త్రజ్ఞులు ప్రకృతిలో ఏర్పడని అణువులని కేకులే పద్ధతిలో ఎలా నిర్మించాలో ఆలోచించసాగారు. వీటిని సంయోజిత (సింథటిక్) అణువులని అంటారు. వాటిని కొన్నిసార్లు అద్దకాలుగా, పరిమళాలుగా, మందులుగా కూడా ఉపయోగిస్తారు.

కానీ ఇప్పటికీ ఒక పరమాణువుని గానీ లేదా ఒక అణువును గానీ ఎవ్వరూ చూడలేకపోయారు. రసాయన శాస్త్రజ్ఞులు కనుక్కున్న విషయాలని వివరించడానికి పరమాణువులు కేవలం సైద్ధాంతిక సాధనాలుగానే మిగిలిపోయాయి.

పరమాణువులు, అణువులు ఉన్నాయనే భావన చాలా సౌకర్యంగా ఉంటుంది. కాని అవి నిజంగా ఎలా ఉంటాయి, ఎంత పరిమాణంలో ఉంటాయి, ఎంత బరువును కలిగి ఉంటాయి, ఏ ఆకారంలో ఉంటాయి ఇలాంటి విషయాలు ఎవరికీ తెలియలేదు. వాంట్ హాఫ్‌కి మంచి స్నేహితుడైన ఫ్రెడరిక్ విల్హెల్మ్ ఆస్ట్వాల్డ్ (1853–1932) అనే రష్యన్-జర్మన్ రసాయన శాస్త్రజ్ఞుడు ఉన్నాడు. పరమాణువులు అనే భావనకి మరీ అంత ప్రాముఖ్యత నివ్వాల్సిన అవసరంలేదని ఇతడి అభిప్రాయం. ఆ భావన వీలుగా ఉంటుందే తప్ప అంతకన్నా మరేమీ లేదన్నాడు. తన మిత్రుడు వాంట్ హాఫ్ అణువుల నమూనాలని తయారుచేసి చూపిస్తున్నా ఆస్ట్వాల్డ్ మాత్రం అవన్నీ వట్టి కల్పితాలని కొట్టిపారేసేవాడు. ప్రత్యక్ష సాక్ష్యం చూపిస్తేగాని నమ్మనన్నాడు. మరి పరమాణువులు ఉన్నాయని ఆస్ట్వాల్డ్‌ని ఒప్పించేదెలా?

1827లో రాబర్ట్ బ్రౌన్ (1773–1858) అనే స్కాటిష్ వృక్ష శాస్త్రజ్ఞుడు పువ్వులనుండి రాలే పుప్పొడి కణాలు నీటిమీద తేలుతుండగా వాటిని సూక్ష్మదర్శినిని ఉపయోగించి చూశాడు. ఆ పుప్పొడి కణాలు సంచలనంగా అటు ఇటు కదలడం గమనించాడు. ఈ కణాలు మొక్కలు లేదా పువ్వుల నుండి వచ్చినవి కాబట్టి వీటిలో చాలా చిన్న జీవం ఉంటుంది. కాబట్టి బ్రౌన్ ఈ జీవం వల్లే ఈ చిన్న కణాలు అటూ ఇటూ కదులుతున్నాయని అనుకున్నాడు.

బ్రౌన్ ఇదే ప్రయోగాన్ని జీవంలేని చిన్న చిన్న అద్దకం(డ్రై) కణాలతో చేసి చూశాడు. ఇవి కూడా అలాగే అటు ఇటు కదలసాగాయి. ఈ చలనాన్ని బ్రౌనియన్ చలనం (బ్రౌనియన్ మోషన్) అని అంటారు. సుమారు 30 సంవత్సరాలు దీనిని ఎలా వివరించాలో ఎవరికీ తెలియలేదు.



బ్రౌనియన్ చలనం

1860లో జేమ్స్ క్లెర్క్ మాక్స్‌వెల్ (1831–1879) అనే స్కాటిష్ గణిత శాస్త్రజ్ఞుడు వాయువుల ధర్మాలు, ప్రవర్తనను పరిశోధించాడు.

వాయువులు అణువుల వల్ల, పరమాణువుల వల్ల ఏర్పడడమే కాకుండా, ఆ అణువులు నిరంతరం సంచలనంగా కదులుతుంటాయని, ఆ కదలికలో అవి ఒకదాన్నొకటి పదే పదే ఢీ కొంటూ ఉంటాయని అతడు భావించాడు. అంతేకాక ఉష్ణోగ్రత పెరుగుతున్న కొద్దీ వాయుకణాల వేగం ఇంకా ఎక్కువ అవుతుందని కూడా అతడు సిద్ధాంతీకరించాడు.

నీరులాంటి ద్రవ పదార్థాలలో కూడా ఎప్పుడూ అణువులు కదులుతూ ఒకదాన్నొకటి ఢీకొంటాయి కానీ వాయువులలో జరిగినంత తేలికగా జరగదు.

ఒక వస్తువు నీటితో చుట్టుముట్టి ఉన్నప్పుడు, నీటిలోని అణువులు ఆ వస్తువుని నిరంతరం ఢీ కొంటూ ఉంటాయి. వస్తువుకి ఇరు పక్కల నీటి అణువులు ఒకే తీవ్రతతో ఢీ కొనడం వల్ల రెండు ప్రభావాలు ఒకదాంతో ఒకటి సరితూగుతాయి. ఒకవైపు కన్నా మరోవైపు నుంచి తగిలే అభిఘాతాలు కాస్త ఎక్కువగా ఉన్నా, మొత్తంలో ఆ తేడా ఎంత తక్కువగా ఉంటుందంటే, పెద్ద వస్తువు విషయంలో అయితే అంతగా తేడా కనిపించదు.

కాని ఒక పెద్ద వస్తువుకి బదులుగా ఒక చిన్న పదార్థం నీటిలో ఉందని అనుకుందాం. ఒక పక్క కన్నా మరో పక్క కాసిన్ని ఎక్కువ నీటి అణువులు ఆ కణాన్ని ఢీ కొన్నాయి అనుకుందాం. కణం చాలా చిన్నది కాబట్టి తాకిడిలో ఆ కాస్త తేడాకే కణం మీద పెద్ద అభిఘాతం తగిలినట్లు అవుతుంది.

అలా నీటి అణువుల కుదుపులకి నీటిలోని కణం అటు ఇటు గిరికీలు కొడుతూ ఉంటుంది.

ఈ చిన్న కణం, అణువుల అభిఘాతాలకు అనుగుణంగా నిరంతరం స్పందిస్తూ కదులుతూ ఉంటుంది. ఇదే బ్రౌనియన్ చలనానికి కారణం.

1905లో ఆల్బర్ట్ ఐన్‌స్టీన్ (1879–1955) అనే జర్మన్ గణిత శాస్త్రజ్ఞుడు బ్రౌనియన్ చలనంలో కణాలు తిరగడం అనే సమస్య గురించి ఆలోచించాడు. కణం చిన్నది అవుతున్నకొద్దీ చుట్టూ ఉన్న నీటి అణువులు

దాన్ని మరింత తేలికగా నెట్టివేయ గలుగుతాయని అనిపించింది. కాబట్టి అలాంటి కణం నిర్ణీత కాలంలో ఆరంభస్థితి నుండి మరింత దూరానికి నెట్టివేయబడుతుంది. అలాగే నీటి అణువుల ఉష్ణోగ్రత ఎక్కువ అయినప్పుడు కూడా కణం మరింత బలంగా నెట్టబడుతుంది. ఐన్‌స్టీన్ ఒక క్లిష్టమైన గణిత సూత్రాన్ని కనుగొన్నాడు. ఈ సూత్రంలో ఆ కణం పరిమాణం, నీటి అణువు పరిమాణం, కొంత నిర్దిష్ట సమయంలో ఆ కణం ప్రయాణించిన దూరం – ఇలాంటివి ఇమిడి ఉన్నాయి. ఈ గణిత సూత్రంలో నీటి అణువు పరిమాణం తప్ప మిగిలిన వాటి విలువలన్నీ తెలిస్తే నీటి అణువు పరిమాణాన్ని లెక్క కట్టవచ్చు.

1908లో జాన్ బాప్టిస్ట్ పెర్రిన్ (1877–1942) అనే ఫ్రెంచ్ శాస్త్రజ్ఞుడు ఈ సమస్యను సాధించగలిగాడు. ఇతడు చిన్న కణాలను నీరు ఉండే పాత్రలో వేశాడు. గురుత్వాకర్షణ శక్తి ఈ కణాలను నీటి అడుగు భాగానికి లాగుతుంది. కానీ బ్రౌనియన్ చలనం పైకి నెడుతుంది.

ఐన్‌స్టీన్ గణిత సూత్రం ప్రకారం నీటి అడుగుభాగం నుండి కణాలు పైకి నెట్టబడితే నీటిలో ఉండే కణాలు కొంత మొత్తంలో తగ్గుతూ ఉంటాయి. నీటి అడుగు భాగం నుండి బ్రౌనియన్ చలనం ద్వారా రక రకాల ఎత్తులకు (పైకి) నెట్టబడిన కణాలను లెక్కించాడు. ఐన్‌స్టీన్ గణిత సూత్రంలో ఒక నీటి అణువు పరిమాణం తప్పించి మిగిలిన అన్నింటికీ వాటి విలువలను లెక్కించ గలిగాడు. అంటే నీటి అణువు పరిమాణాన్ని లెక్కించ గలిగాడన్నమాట. నీటి అణువు పరిమాణం, అందులో ఉన్న పరమాణువుల పరిమాణం ఆ విధంగా మొట్టమొదట నిర్ణయించారు. ఒక పరమాణువు ఒక సెంటీమీటర్‌లో 1/10,00,00,000 వ వంతు ఉంటుందని తెలిసింది. అంటే 10 కోట్ల పరమాణువులని పక్క పక్కన పెడితే ఆ మాల పొడవు ఒక సెంటీమీటర్ ఉంటుందన్నమాట.

దీని ప్రకారం ఒక లీటర్ నీటిలో

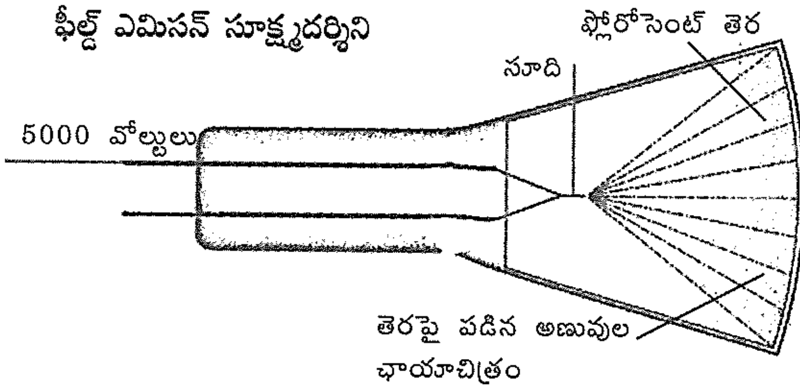
3,00,00,00,00,00,00,00,00,00,00,00,000 నీటి అణువులు ఉంటాయన్నమాట. ఈ ప్రపంచంలో ఉన్న 4 కోట్ల ప్రజలందరికీ ఒక్క నీటి బిందువునే సమానంగా పంచితే ప్రతి మనిషికీ సుమారు 7 లక్షల కోట్ల నీటి అణువులు వస్తాయి.

పెర్రిన్ ప్రయోగ ఫలితాలని విన్న ఆస్ట్వాల్డ్ పరమాణువులు ఉన్నాయని ఇక ఒప్పుకోక తప్పలేదు. పెర్రిన్ ప్రయోగం వల్ల అణువుల ప్రభావాన్ని మనుషులు చూడగలిగారు. అణువులను ప్రత్యక్షంగా చూడలేకపోయినా, కణాల మీద అణువుల తాకిళ్ళ ఫలితాలని బ్రౌనియన్ చలనాలలో స్పష్టంగా చూడడానికి వీలయ్యింది. ఒక ప్రత్యేక పరమాణువు పరిమాణం ఎంత ఉంటుందో పెర్రిన్ ప్రయోగం వల్ల తెలిసింది.

అప్పటినుంచి ఇక అణువులు అనేవి కేవలం సైద్ధాంతిక కసరత్తు మాత్రమే కాదని, అవి నిజంగా ఉన్నాయని ప్రతి శాస్త్రజ్ఞుడు నమ్మడం మొదలుపెట్టాడు.

1936లో ఎర్విన్ విల్‌హెల్మ్ ముల్లెర్ (1911-1977) అనే జర్మనీ శాస్త్రజ్ఞుడు ఫీల్డ్ ఎమిసన్ సూక్ష్మదర్శినిని కనుగొన్నాడు.

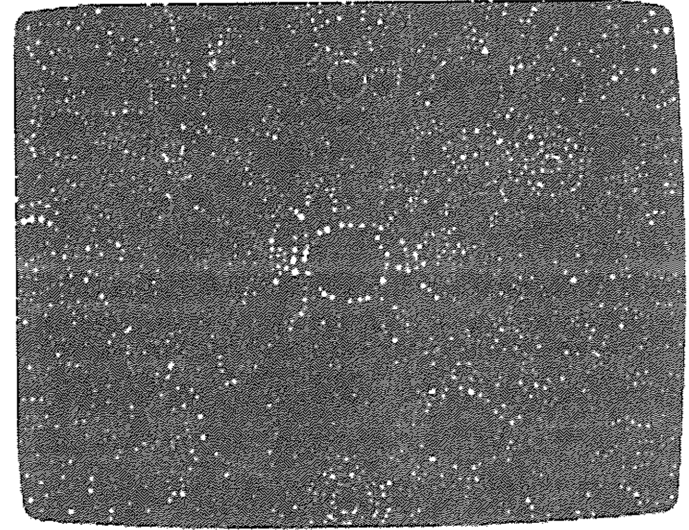
ఈ పరికరంలో గాలి తీసేసిన పాత్రలో ఒక సన్నని సూదిమొనని అమరుస్తారు.



సూదికొనకు ఎదురుభాగంలో రసాయనాలతో కూడిన తెర ఉంటుంది. సూదిమొనని వేడిచేసినప్పుడు అందులోంచి కణాలు వెలువడతాయి. అలా వెలువడ్డ కణాలు సరళ రేఖల్లో ప్రయాణించి ఎదురుగా ఉన్న తెరని గుద్దినప్పుడు ఆ తెర మెరుస్తుంది.

తెరమీద మెరుపులను బట్టి సూదికొనలోని పదార్థంలోని అణువుల నిర్మాణాన్ని తెలుసుకోవచ్చు.

ఫీల్డ్ ఎమిసన్ సూక్ష్మదర్శినిలో తెరపై టంగ్‌స్టన్ స్ఫటికంలోని అణువులు తెరపై వెలుగుతున్న చుక్కల్లా కనపడతాయి



ముల్లర్ ఈ పరికరాన్ని ఇంకా వృద్ధి చేశాడు. 1950లలో మెరిసే తెర చిత్రాన్ని (ఫోటోగ్రాఫ్) తీయగలిగాడు. ఈ ఫోటోలో సూదికొననుంచి వెలువడిన స్వతంత్ర పరమాణువులని చూడవచ్చు.

చివరికి మనం పరమాణువులని చూడగలిగాం. పరమాణువులనేవి ముక్కలు చేయలేని, అంతకంటే చిన్నది ఉండడానికి వీలులేని వస్తువు అని లియోసిప్పస్, డెమోక్రిటస్‌లు ఆలోచించారు (ఆటమ్ అంటే ముక్కలు

చేయలేని అని అర్థం).

మూలకాలు వాటి సంకేతాలు, పరమాణు సంఖ్యలు

Name of Element	Symbol	Atomic Number	Name of Element	Symbol	Atomic Number
Actinium	Ac	89	Mercury	Hg	80
Aluminium	Al	13	Molybdenum	Mo	42
Americium	Am	95	Neodymium	Nd	60
Antimony	Sb	51	Neon	Ne	10
Argon	Ar	18	Neptunium	Np	93
Arsenic	As	33	Nickel	Ni	28
Astatine	At	85	Niobium	Nb	41
Barium	Ba	56	Nitrogen	N	7
Berkelium	Bk	97	(Nobelium)	(No)	102
Beryllium	Be	4	Osmium	Os	76
Bismuth	Bi	83	Oxygen	O	8
Boron	B	5	Palladium	Pd	46
Bromine	Br	35	Phosphorus	P	15
Cadmium	Cd	48	Platinum	Pt	78
Calcium	Ca	20	Plutonium	Pu	94
CaliFornium	Cf	98	Polonium	Po	84
Carbon	C	6	Potassium	k	19
Cerium	Ce	58	Praseodymium	Pr	59
Cesium	Cs	55	Promethium	Pm	61
Chlorine	Cl	17	Protactinium	Pa	91
Chromium	Cr	24	Radium	Ra	88
Cobalt	Co	27	Radon	An	86
Copper	Cu	29	Rhenium	Re	75
Curium	Cm	96	Rhodium	Rh	45
Dysprosium	Dy	66	Rubudium	Rb	37
Einsteinium	Es	99	Ruthenium	Ru	44
Erbium	Er	68	Samarium	Sm	62
Europium	Eu	63	Scandium	Sc	21
Fermium	Fm	100	Selenium	Se	34
Fluorine	F	9	Silicon	Si	14
Francium	Fr	87	Silver	Ag	47
Gadolinium	Gd	64	Sodium	Na	11
Gallium	Ga	31	Strontium	Sr	38
Germanium	Ge	32	Sulphur	S	16
Gold	Au	79	Tantalum	Ta	73
Hafnium	Hf	72	Technetium	Tc	43

contd...43

Helium	He	2	Tellurium	Te	52
Holimum	Ho	67	Terbium	Tb	65
Hydrogen	H	1	Thallium	Tl	81
Indium	In	49	Thorium	Th	90
Iodine	I	53	Thulium	Tm	69
Iridium	Ir	77	Tin	Sn	50
Iron	Fe	26	Titanium	Ti	22
Krypton	Kr	36	Tungsten	W	74
Lanthanum	La	57	Uranium	U	92
Lawrencium	Lw	103	Vanadium	V	23
Lead	Pb	82	Xenon	Xe	54
Lithium	Li	3	Ytterbium	Yb	70
Lutetium	Lu	71	Yttrium	Yb	70
Magnesium	Mg	12	Zinc	Zn	30
Manganese	Mn	25	Zirconium	Zr	40
Mendelevium	Md	101			

డాల్టన్ కూడా ఇలాగే ఆలోచించాడు. పైగా 1800లలో రసాయన శాస్త్రజ్ఞులు పరమాణువులే అతిచిన్నవి అని ఖచ్చితంగా నమ్మేవారు. పరమాణువులు చిన్న బంతులలాగ గట్టిగా ఉండి సున్నితమైన ఉపరితలాన్ని కలిగి ముక్కలు చేయలేనివి అని ఊహించుకునేవారు.

1800ల చివరికి పరమాణువే చిన్న కణం కాదని తెలిసింది. పరమాణువే ఎన్నో రకాల చిన్న చిన్న కణాలతో ఏర్పడిందని తెలిసింది. ఈ ఉప కణాలలో ముఖ్యమైన వాటిల్లో ఎలక్ట్రాన్ ఒకటి. ఇది అతి చిన్న పరమాణువైన హైడ్రోజన్ పరమాణువులో 1/1837 వ వంతు బరువు ఉంటుంది. ముల్లెర్ ఫీల్డ్ ఎమిసన్ సూక్ష్మదర్శినిలో సన్నని సూది కొననుండి వెలువడిన కణాలే ఎలక్ట్రానులు.

పరమాణువుల మధ్య భాగంలో ఒక చిన్న కేంద్రం ఉంటుందని ఈ రోజులలో శాస్త్రజ్ఞులకి తెలుసు. ఈ చిన్న కేంద్రం బరువే ఇంచుమించు పరమాణు భారంకి సమానంగా ఉంటుంది. ఈ పరమాణు కేంద్రం చుట్టూ కొన్ని తేలికపాటి ఎలక్ట్రానులు ఉంటాయి. పరమాణువు లోపల ఏముంటుంది అని శాస్త్రజ్ఞులు కనుక్కోవడం అనేది ఒక పెద్ద క్లిష్టమైన కథ. ఇది ప్రత్యేకంగా మరొక పుస్తకంలో చెప్పాల్సిందే.

విషయ సూచిక